http://cnum.cnam.fr
Conservatoire numérique des Arts & Métiers

Auteur : Krafft, Jean-Charles (1763-1833)
Titre : Traité sur l'art de la charpente théorique et pratique = Anweisung zur theoretisch praktischen Zimmermanns-Kunst = Treatise on the Art of Carpentry with the Theory and Practice [6 parties en 2 vol.]
Titre du volume : Tome 1

Adresse : Paris : [Jean-Charles Krafft] : Firmin Didot ; Manheim : Artaria, 1819
Collation : 1 vol. ([6]-34 p.-30 pl.-[4]-34 p.-29 pl.-[4]-120 p.-30 pl.) ; 50 cm
Cote de l'exemplaire : CNAM-BIB Gd Fol Ko 1 (1) (1)
Mots-clés : Dessin de charpenterie ; Charpenterie -- 19e siècle

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?GDFOLKO1.1-1

La reproduction de tout ou partie des documents pour un usage personnel ou d'enseignement est autorisée, à condition que la mention complète de la source (*Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*) soit indiquée clairement. Toutes les utilisations à d'autres fins, notamment commerciales, sont soumises à autorisation, et/ou au règlement d'un droit de reproduction.

You may make digital or hard copies of this document for personal or classroom use, as long as the copies indicate *Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*. You may assemble and distribute links that point to other *CNUM* documents. Please do not republish these PDFs, or post them on other servers, or redistribute them to lists, without first getting explicit permission from *CNUM*.

PDF créé le 28/11/2014

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ka- 1

TRAITÉ

SUR

L'ART DE LA CHARPENTE

THÉORIQUE ET PRATIQUE.

Publié par J. Ch. KRAFFT, Architecte.

ANWEISUNG

ZUR

THEORETISCH-PRAKTISCHEN

ZIMMERMANNS-KUNST.

Herausgegeben von J. Ch. KRAFFT, Baumeister.

TREATISE

ON

THE ART OF CARPENTRY,

WITH THE THEORY AND PRACTICE,

Published by J. Ch. KRAFFT, Architect.

A PARIS,

Chez { L'AUTEUR, rue de Bourgogne, n° 25.
FIRMIN DIDOT, Imprimeur du Roi, rue Jacob, n 24.
A Manheim, chez Artaria.

1819.

CONSERVATOIRE DES ARTS ET METIERS

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque Partie est du prix de 25 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à Monsieur de Prony,

Chevalier de l'ordre du Roi, Officier de l'ordre royal de la Légion d'Honneur, Membre de l'Institut Royal de France (Académie des Sciences), du Bureau des Longitudes de France, de la Société royale de Londres, &c. Inspecteur général, Directeur de l'École royale des Ponts et Chaussées.

Monsieur,

C'est à vous, au zélé protecteur des Arts, à l'homme qui forme et dirige les talens des jeunes français avec autant de sollicitude que de succès, que je devais faire l'hommage de mes faibles travaux. Vous qui avez toujours encouragé les artistes dans leurs efforts, et travaillé de toute votre expérience, de toutes vos lumières à répandre les connoissances utiles, vous ne rejetterez sans doute pas le tribut de mes veilles. Tout ce qui peut tendre à l'Instruction publique ne vous est pas indifférent. Ainsi il m'est permis d'espérer qu'un Ouvrage que les avis des hommes les plus éclairés et vos propres observations ont servi à perfectionner, et qui par là ne sera pas sans utilité, obtiendra même votre suffrage. Sous l'égide de votre nom, il ne peut manquer d'être accueilli favorablement; mais si vos bontés n'ont jamais cessé pour moi, soyez certain que ma Reconnoissance aussi ne finira jamais.

C'est dans ces Sentimens que je suis avec un profond respect,

Monsieur,

Votre très Humble et très Obéissant serviteur.

Krafft

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AVANT-PROPOS.

Encouragé par les éloges qu'a reçus du Public mon premier Recueil de Charpente, publié en 1805, je promis de lui donner une suite, afin de compléter cette partie intéressante des arts. J'ai, en conséquence, continué mes recherches et redoublé d'efforts pour mériter encore mieux un si favorable accueil; je n'ai épargné ni soins, ni peines pour ajouter à mes observations. C'est ainsi que je suis parvenu à former également sur la théorie et la pratique de la Charpente, un traité complet. Il offre les détails les plus variés et les plus instructifs qui aient encore été présentés sur ce sujet.

Plusieurs hommes distingués se sont successivement occupés de perfectionner l'art de la Charpente; ils nous ont transmis leurs traités et leurs procédés qui tendent tous à applanir les difficultés qui peuvent se présenter dans cette partie si utile de l'art.

Philibert Delorme nous a laissé une nouvelle découverte pour la construction des combles, en assemblage de planches, soit pour voussures, coupoles, etc. Ce genre de construction fut employé dans divers édifices existants, et resta encore long-temps dans l'oubli. Son élégance et son mérite furent enfin appréciés par feu Legrand et Molinos, tous deux Architectes, qui en firent la plus heureuse comme la plus belle application dans la magnifique coupole de la Halle-aux-Blés de Paris.

La beauté et la hardiesse de cette coupole, qui fait et fera toujours l'admiration des connaisseurs, ont dès-lors fait revivre le système de Philibert Delorme, dont l'usage fut appliqué dans diverses autres constructions, tant publiques que particulières.

Mathurin Jousse et Désorges ont fait également un Traité sur la Charpente; mais le peu de clarté qui règne et dans leurs dessins et dans leur texte, l'ont fait oublier depuis long-temps.

François Derand a fait aussi un Traité, mais sur l'art du Trait seulement; ce Traité est écrit avec intelligence et précision, et laissait peu à desirer à cette époque.

Nicolas Fourneau en a fait un depuis sur le même sujet, et auquel il a donné beaucoup plus d'étendue: c'est le Traité dont se servent le plus communément aujourd'hui les praticiens.

Cependant, malgré tout ce qui a déja été écrit sur la Charpente, nous sommes loin de posséder un traité complet de cet art. Les nouvelles découvertes, les bons modèles,

VORREDE.

Der allgemeine Beifall, mit welchem das Publicum im Jahre 1805 meine ersten Beiträge zur Zimmermannskunst aufnahm, machte mir es zur Pflicht, diesen interessanten Theil der bildenden Künste, durch eine Fortsetzung jenes Werkes, vollständig auszuführen. Diesem zu Folge verdoppelte ich meinen Eifer und meine Arbeiten, um mich jenes schmeichelhaften Beifalls noch würdiger zu machen; und so haben mich die angestrengten Bemühungen, mit welchen ich meine Beobachtungen so reichhaltig als möglich zu machen suchte, in den Stand gesetzt, eine vollständige Abhandlung über die theoretisch-praktische Zimmermannskunst zu liefern. Dieselbe übertrifft an Mannigfaltigkeit und lehrreichen Bemerkungen alle bis jetzt über diesen Gegenstand erschienene Schriften.

Mehrere, durch Erfahrung und ausgebreitete Kenntnisse ausgezeichnete Männer, haben es sich zwar angelegen seyn lassen, die Zimmermannskunst möglichst zu vervollkommnen; auch haben sie in den Schriften und Anweisungen, welche wir ihnen über diesen Gegenstand verdanken, ihr Absehen darauf gerichtet, die verschiedenen, bei dieser so nützlichen Kunst obschwebenden Schwierigkeiten aus dem Wege zu räumen.

So hat uns z. B. Philibert Delorme eine neue Entdeckung, in Betreff der, aus zusammengesetzten Bretern zu erbauenden, und zu Bogen-Gewölben, Kuppeln, u. s. w. bestimmten Dachstühlen hinterlassen. Diese Bauart, welche bei verschiedenen, noch jetzt vorhandenen Gebäuden angewendet wurde, blieb aber, ihrer Schönheit und ihres Verdienstes ohngeachtet, eine lange Zeit hindurch gänzlich vernachlässigt; bis endlich die Baumeister Legrand und Molinos dieselbe der langen Vergessenheit wieder entrissen, und sie bei der prachtvollen Kuppel der Pariser Mehl- und Getraidehalle, mit dem glücklichsten und schönsten Erfolge, von neuem in Ausübung brachten.

Diese Kuppel, deren Schönheit und kühner Bau die gerechte Bewunderung der Kenner erregt, und stets erregen wird, machte, dass Philibert Delorme's System aus dem Dunkel der Vergessenheit wieder hervortrat, und bei mehrern, sowohl öffentlichen als Privat-Gebäuden, mit allgemeinem Beifall angewendet wurde.

Auch Mathurin Jousse und Désorges haben ebenfalls über die Zimmermannskunst geschrieben; da ihrer Abhandlung aber die nöthige Deutlichkeit, in den Zeichnungen sowohl, als im Contexte mangelt, so sind die darin aufgestellten Grundsätze von keinem der jetzt lebenden Baukundigen beachtet, und in Ausübung gebracht worden.

Franz Derand gab ebenfalls eine Abhandlung über diesen Gegenstand in den Druck; allein sie beschränkt sich lediglich nur auf die Kunst, Zeichnungen und Risse zu verfertigen. Dieses Werk ist übrigens mit Genauigkeit und Scharfsinn geschrieben, und liess für jene Zeit wenig zu wünschen übrig.

Seitdem hat endlich auch Nicolaus Fourneau ein Werk über die Zimmermannskunst, nach einem ausgedehntern Plane herausgegeben; und da der Inhalt desselben seinem Zwecke noch am meisten entspricht, so wird solches gegenwärtig bei der Errichtung von Gebäuden am häufigsten zum Grunde gelegt.

Ohngeachtet aller dieser Schriften aber, besitzen wir dennoch über die Zimmermannskunst noch immer kein vollständiges Werk. Die verschiedenen, in neuern Zeiten gemach-

PREFACE.

Encouraged by the kind reception the Public gave to my first Essay on the art of Carpentry published in 1805, I promised to compose a sequel to it, in order to complete as far as it lies in my power this interesting branch of the Arts. I therefore continued my researches and strove by redoubled efforts to render myself still more worthy of public favour; I spared neither time nor pains to make useful additions to my former observations; and by unremitting application I succeeded in presenting to the Public a complete Treatise on the theory and practice of the art of Carpentry, which contains more various and instructive Details than any other work written to this day on the same subject.

Several respectable and learned authors have, at different periods, made great efforts towards the perfection of the art of Carpentry, they have transmitted down to us their treatises and ingenious processes which are all calculated to smooth the difficulties that are to be met with in this useful art.

Philibert Delorme presented us with a new discovery for the construction of Roofs, in Assemblages made with boards, either for Covings, Cupolas, etc. This kind of construction was made use of in various buildings that are still existing, but the practice of it has for a long time been laid aside. The merit and elegance of that sort of construction received at last the well deserved approbation of the two renowned Architects Legrand and Molinos, who made a most successful application of it in the magnificent cupola in the *Corn Repository* (Halle-au-Blé), in Paris.

The beauty and bold elevation of that Cupola, which will ever be the admiration of Connoisseurs, has, from that time, revived the system of Philibert Delorme, and it was since made use of in several public as well as private buildings.

Mathurin Jousse and Désorges have also written a Treatise on Carpentry, but the obscurity of their text and the inaccuracy of their draughts have been the cause of that work being sunk into oblivion.

Francis Derand composed also a Treatise, but on the art of the Trait only; this work which is written with pretly much precision and intelligence was as complet as it possibly could be at the time it was published.

Nicholas Fourneaux has since expatiated on the same subject, and his treatise is the one most commonly used at this present time.

Nevertheless in spite of the laborious works that have to this day been written on Carpentry, we are far from being able to boast as yet of a complete Treatise on this art. The new Discoveries that have been made, the fine models that have been executed, the perfection attained in Assemblages, in the Trait, and especially in the building of

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le perfectionnement des assemblages, celui du trait, et sur-tout celui des escaliers qui, depuis quelques années, se sont multipliés à l'infini, et dont la coupe est aussi variée qu'élégante ; a dis que, malgré le mérite de quelques-uns des ouvrages précités, la science du Charpentier a fait un si grand pas depuis la mort des auteurs de ces divers ouvrages, qu'ils sont devenus, sinon inutiles, du moins très-incomplets, et conséquemment d'une très-faible ressource pour ceux qui se livrent aujourd'hui à l'étude théorique et pratique de l'art de la Charpente.

C'est pourquoi, pénétré de cette vérité, j'entrepris ce nouveau travail, auquel j'ai donné le plus de perfection possible : netteté du dessin, clarté du texte, tel est le but où s'est dirigé le fruit de mes veilles.

En conséquence, je me suis borné dans la publication de ce nouvel ouvrage, qui fait une suite indispensable à mon premier Recueil, à le classer par ordre de matière, et à le diviser en six parties, de manière que chacune d'elles, contenant trente planches, pourra être vendue séparément.

La 1re partie contient les divers assemblages, les armements de poutres, les pans de bois, et les planchers ; le tout avec une description précise, et des tables contenant l'expression de la force des bois.

La 2e forme un traité complet du tracé, des escaliers de diverses formes, avec le principe de leurs coupes dans tous leurs développements.

La 3e renferme les principes des coupes et assemblages de différents combles d'édifices particuliers.

La 4e comprend les combles exécutés sur divers édifices publics, tant en France que chez l'étranger.

La 5e contient les combles d'églises, de tourelles, de clochers, de flèches, de beffrois, et de différentes coupoles exécutés dans divers pays.

La 6e livraison enfin a rapport aux combles des salles de spectacle, avec les détails des diverses machines propres à faire mouvoir les décorations.

ten Entdeckungen, die vortrefflichen Muster, die vervollkommneten Zusammensetzungen und Zeichnungen, und besonders die vervollkommneten Treppen, deren mannigfaltige und schöne Gestalten sich seit einigen Jahren unendlich vermehrt haben, sind die Ursache, dass ohnerachtet wir einigen der obgenannten Abhandlungen die verdiente Gerechtigkeit nicht versagen können, die Zimmermannskunst, seit dem Tode jener Schriftsteller, nichts destoweniger solche bedeutende Fortschritte gemacht hat, dass jene Werke, wenn auch nicht ganz unnütz, doch wenigstens unvollständig, und mithin ein nur schwaches Hülfsmittel für diejenigen geworden sind, welche gegenwärtig das theoretisch-praktische Studium dieser Kunst betreiben.

Von der Wahrheit dieser Betrachtungen durchdrungen, legte ich mir bei der Unternehmung dieser neuen Arbeit die Verbindlichkeit auf, derselben die grösstmöglichste Vollkommenheit zu geben. Reinheit der Zeichnung, und Deutlichkeit des Styls waren das Endziel, dessen Erreichung ich mir bei der Ausführung meines Vorhabens zur angelegentlichsten Pflicht machte.

Bei der Herausgabe dieses neuen Werkes, welches als nothwendige Fortsetzung meiner ersten Beiträge zur Zimmermannskunst betrachtet werden muss, habe ich die Einrichtung getroffen, die abzuhandelnden Gegenstände nach ihrer Ordnung zu classificiren, und das ganze Werk in sechs verschiedene Theile abzutheilen, so dass die Käufer in den Stand gesetzt werden, sich die verschiedenen Theile, von denen ein jeder dreissig Tabellen enthält, einzeln verschaffen zu können.

Der 1te Theil handelt von den verschiedenen Zusammensetzungen der Hölzer, von der Verbindung der Balken mit Eisen, von den Holzwänden, von den Decken und Gebälken ; begleitet mit einer ausführlichen Beschreibung der Tabellen, und einer genauen Ausmittelung der Widerstandskraft des Holzes.

Der 2te Theil enthält eine vollständige Abhandlung von Zeichnungen und Rissen, so wie von Treppen, und ihren verschiedenen Formen, nebst ausführlicher Darstellung ihrer Durchschnitte.

Der 3te Theil beschäftigt sich mit den Durchschnitten und Zusammensetzungen verschiedener Dachstühle bei Privatgebäuden.

Der 4te Theil hat mehrere bei öffentlichen Gebäuden, sowohl in Frankreich, als im Auslande ausgeführte Dachstühle zum Gegenstande.

Der 5te Theil beschreibt mehrere, in verschiedenen Ländern ausgeführte Kirchen- und Thurm-Dachstühle, Glockenstühle und Kuppeln.

Der 6te Theil endlich bezieht sich auf Dachstühle der Schauspielhäuser, und auf die verschiedenen Maschienen, wodurch die Deco rationen in Bewegung gesetzt werden.

stair-cases which, of late years, have been so multiplied with so much variety and elegance in their forms, are the cause that, in spite of the intrinsic merit of some of the above mentioned works, the art of Carpentry having made such amazing progress since the death of the Authors of those works, their performances have become, if not useless, at least very incomplete, and consequently offer but scanty resources to such persons as apply themselves now to the study of the theory and practice of the art of Carpentry.

Impressed with that truth, I therefore undertook this new arduous task which I brought as near to perfection as I possibly could ; and I sincerely hope that the clearness of the text, and above all the accuracy and purity of the draughts will meet with general approbation.

My principal aim, in this new publication which is indispensably necessary as a sequel to my former treatise, has been to set every matter in due order, and to divide it into six parts, so that each of them being furnished with thirty Plates, may be sold separately.

The 1st part contains the various Assemblages, the Iron-belted-beams, the Plastered walls and the Floors, the whole is accompanied with descriptions and tables containing the calculated force of resistance of various kinds of timber.

The 2nd part forms a complete Treatise on the art of the Trait, the Stair-cases of various forms with set rules for cutting the timber, including all the particulars.

The 3rd part includes the principles for the sections and Assemblages of various roofs in private buildings.

The 4th part contains the Roofs executed in various public buildings, as well in France as in foreign countries.

The 5th part contains the Roofs of Churches, Towers, Steeples, Spires, etc., and various Cupolas executed in different countries.

The 6th part relates to the Roofs of Playhouses, with the details of the various machines used for the shifting of the scenes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRAITÉ

SUR

L'ART DE LA CHARPENTE

THÉORIQUE ET PRATIQUE.

Ier PARTIE.

Des Assemblages

Première Section.

DANS certains ouvrages de charpente placés horizontalement, quand des pièces de bois sont croisées par juxtaposition l'une sur l'autre, une cheville ou une chevillette est parfois suffisante pour les tenir fixées : mais, quand les pièces de bois doivent être placées entre des plans parallèles ; quand l'une aboutit à l'autre, ou qu'elle la traverse, soit rectangulairement, soit obliquement, il faut façonner leur partie de rencontre pour opérer leur encastrement, afin que leurs faces inférieure et supérieure se confondent avec les plans qui mesurent leur hauteur. *Entaille* est le nom générique des encastrements, mais ces entailles ou assemblages sont susceptibles de formes différentes, selon les sortes d'échantillons de bois, ou selon la place qu'une pièce occupe dans l'ouvrage : l'artiste qui compose un projet, ne doit pas dans tous les cas en laisser le choix à l'ouvrier.

Les praticiens ont donné aux variétés de forme des entailles, des noms particuliers dont l'explication suit :

Divers procédés pour assembler les pièces de bois dans les dispositifs de charpente horizontale. Pl. I, fig. 1, 2, 3, etc.

Entaille à mi-bois ou à moitié bois.

PLANCHE I. (*)

1er Cas. Lorsque deux pièces se croisent, on procède comme l'indiquent les Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8.

1. Les deux pièces de bois AB, Fig. 1, ont même hauteur.

2. Dans la surface supérieure de celle A, on a évidé une entaille de la moitié de sa hauteur, figurée en c d e f g h i j, Fig. 2, pièce a ; la longueur de cette entaille égale la largeur de la pièce B : cette même pièce b, ayant une semblable entaille, leur mise dedans s'effectue comme l'indique la Fig. 1.

3. Aux pièces A B et a b, Fig. 3 et 4, on a tracé de semblables entailles ; mais à la pièce A, a, après avoir fait une première entaille, un peu moins qu'à mi-bois, on a fait deux secondes entailles latérales qui peuvent pénétrer un peu plus qu'à mi-bois, en réservant au milieu de l'entaille totale, une *Nervure* projetée en *a b c d*, Fig. 3, et qui est figurée en c d e f g h i j, Fig. 4. A la pièce B b, on a fait de même d'abord une entaille générale, puis au milieu de celle-ci, une seconde entaille pour l'occupation de la nervure et pour rendre possible la mise dedans.

4. Pour cela il faut avoir soin que les dimensions de chaque face de l'évidement soient respectivement égales à celles des réserves de l'autre pièce.

5. Aux Fig. 5 et 6 on a seulement évidé une portion de la hauteur de l'entaille à la pièce A a, elle a été ensuite achevée par deux évidements projetés *a b c, d e f*, attenant les faces verticales en forme de prisme triangulaire qui achèvent la profondeur de l'entaille, et pour l'occupation du bossage ou renfort conservé, on a recreusé dans la

(*) Les lettres *h* indiquent les surfaces horizontales des pièces de bois, et celles *v* les surfaces verticales.

ANWEISUNG

ZUR

THEORETISCH-PRAKTISCHEN

ZIMMERMANNS-KUNST.

ERSTER THEIL.

Von der Zusammensetzung der Hölzer.

Erster Abschnitt.

BEI gewissen horizontal zusammengesetzten Zimmerwerken, ist, wenn die Hölzer kreuzweis über einander aufliegen, bisweilen ein grösserer oder kleinerer hölzerner Nagel zu ihrer Befestigung hinreichend. Sollen aber die Hölzer zwischen Parallel-Flächen zusammengesetzt werden, und reicht ein Holz bis an das andere, oder geht rechtwinkelig oder schräg darüber hinweg, so muss, um das Zusammenkämmen derselben zu bewirken, der Berührungspunkt eingeschnitten werden, damit die untere und obere Seite mit der Höhe eine und dieselbe Fläche bekomme.

Man bezeichnet dieses Zusammenkämmen mit dem allgemeinen Namen *Einschnitt*.

Nach der Verschiedenheit der Stärke des Holzes und des Platzes, den ein Stück einnimmt, können aber diese Einschnitte und Zusammensetzungen verschiedentlich gestaltet seyn, und hierin darf der Baumeister welcher einen Bau entwirft, die Wahl schlechterdings nicht den Arbeitern überlassen.

Man bezeichnet in der Praxis die verschiedentlich gestalteten Einschnitte mit besondern Namen, welche nachstehend erklärt werden.

Verschiedene Art die Bauhölzer horizontal zusammenzusetzen. I. Tabelle, Fig. 1, 2, 3, u. s. w.

Einschnitt in halbe Hozldicke.

TABELLE I. (*)

Erster Fall. Wenn zwei Hölzer sich kreutzen, so verfährt man nach Massgabe der Figuren 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8.

1. Die beiden Hölzer A B, Figur 1, haben einerlei Höhe.

2. In die obere Fläche des Holzes A, ist ein Einschnitt angebracht, welcher die Hälfte der Tiefe beträgt, die in c d e f g h i j. Fig. 2, bei a zu sehen ist. Die Länge dieses Einschnittes ist gleich der Breite des Holzes B. Da das Holz b einen ähnlichen Einschnitt hat, so wird das Zusammenkämmen nach Massgabe der Figur 1 bewerkstelligt.

3. A B und a b, in Fig. 3 und 4, haben ähnliche Einschnitte ; allein bei den Hölzern A, a, hat man erstlich einen Einschnitt bis nicht ganz in die halbe Holzdicke, sodann aber zwei andere Einschnitte, an jeder Seite, welche etwas mehr als die halbe Holzhöhe betragen können, angebracht : in der Mitte des Gesammt-Einschnittes ist eine Rippe gelassen, welche in *a b c d*, Fig. 3 angedeutet, und c d e f g h i j, Fig. 4 vorgestellt ist. Ebenso befindet sich bei dem Holze B, b, zuförderst ein allgemeiner Einschnitt, sodann aber in der Mitte desselben ein zweiter, um die Rippe aufzunehmen, und die Einsetzung möglich zu machen.

4. Zu diesem Behufe muss man darauf bedacht seyn, dass alle Seiten des Einschnittes mit der im andern Holze gelassenen Rippe der Länge und Breite nach vollkommen übereinstimmen.

5. Bei der Fig. 5 und 6 hat man bloss einen Theil der Tiefe des Holzes A a ausgeschnitten ; dieser Ausschnitt ist sodann durch zwei andere triangelförmige in *a b c, d e f*, vorgestellte Einschnitte vollständig gemacht worden.

Um den Vorstoss (Vorsprung) einzusetzen, machte man in den Hölzern B, b, die Ausschnitte

(*) Die Buchstaben *h* bezeichnen die horizontal Fläche der Hölzer, so wie *v* ihre vertical Fläche andeutet.

TREATISE

ON

THE ART OF CARPENTRY,

WITH THE THEORY AND PRACTICE.

PART I.

Of Assemblages.

Section I.

IN certain works of Carpentry, horizontally placed, when some of the pieces of Timber are laid across each other by juxta-position, a thick or a small peg is sometimes sufficient to keep them fast together ; but when such pieces of timber are to be placed between parallel plans, and one of them meets the other, or lies across over it in a rectangular or oblique manner, their meeting points are to be fashioned so as to be properly fitted in, and their lower and upper surfaces must be closely joined with the plans equal to their height.

A Notch is the generical term for all sorts of joints ; but those notches or assemblages may be made different ways, according to the various kinds of Timber, or the place occupied by the piece in the work : the Artist who composes a Plan, ought not, in all cases, to leave the choice of the assemblages to the Mechanick.

Practitioners have given to the various forms of Notches peculiar names, the explanation of which runs as follows :

Various modes of assembling the pieces of Timber in horizontal Timber frames. Pl. I, Fig. 1, 2, 3, etc.

Notch half way into the wood.

PLATE I. (*)

Case I. When two pieces of Timber are laid across, one must proceed as indicated in Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8.

1. The two pieces of Timber, A B, Fig. 1, are of an equal height.

2. In the upper surface of the piece A, a Notch has been grooved of half its height, represented by c d e f g h i j, Fig. 2, piece a ; the length of that Notch is equal to the breadth of the piece B : that same piece b having a similar Notch, their insertion is effected as pointed out in Fig. 1.

3. On the pieces A B and a b, Fig. 3 and 4, have been traced similar Notches, but with regard to the piece A a, after having hollowed out a first Notch, rather less than half way into the wood, two second lateral Notches have been made, which may penetrate a little more than half way into the wood, reserving in the middle of the entire Notch a *Nerve* projected in *a, b, c, d*, Fig. 3, which is figured by c d e f g h i j, Fig. 4. — A general Notch has also previously been made in the piece B, b, and then, in the middle of that notch, a second one has been cut for the placing of the *Nerve*, and to render the insertion possible.

4. To that effect, care must be taken that the dimensions of each side of the groove be respectively equal to the sides of the *reserves* of the other piece.

5. In the Fig. 5 and 6, only part of the height of the Notch has been hollowed in the piece A a, it has been afterwards finished with two grooves projected in *a b c, d e f*, contiguous to the vertical surfaces, in the form of triangular prisms which terminate the depth of the Notch, and, for the occupation of the *Bossage* that was reserved, fresh groovings

(*) The letter *h*, indicates the *horizontal* surfaces of the pieces of timber, and the letter *v*, the *vertical* ones.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pièce B, b, les refouillements $g\,h\,i, j\,k\,l$, de même forme et de même dimension que le renfort, c'est-à-dire en double queue.

6. Aux Fig. 7 et 8, après avoir évidé une portion de la profondeur de l'entaille à la pièce A, on a fait deux évidements en prismes triangulaires, projetés en $a\,e\,b, c\,e\,d$, Fig. 7, et figurés Fig. 8; attenant aux faces verticales de la pièce, et contigus par leurs arêtes en e; réservant ainsi deux autres prismes triangulaires semblables, projetés en $a\,e\,d$, $b\,e\,c$, attenant aux deux autres faces de l'entaille: et dans la pièce B b, on a opéré de même, réservant deux prismes triangulaires $f\,g\,j, h\,i\,j$, pour l'occupation des premiers évidements; et en évidant deux autres pour loger les réserves de la pièce A a.

2e Cas. Lorsque des pièces de bois doivent être assemblées bout à bout, telles que les plates-formes, etc., on procède comme l'indiquent les. Fig 9, 10, 11, 12, 13 et 14.

7. Le parallélogramme $a\,b\,c\,d$, Fig. 9, est la projection des portions conservées aux pièces B b, A a; donc $a\,b$ ou $c\,d$ mesurent la longueur de chaque entaille, qui, étant évidée à mi-bois, présentera les deux parallélogrammes $e\,f\,g\,h$, $i\,j\,k\,l$, Fig. 10.

8. Fig. 11 et 12. Après avoir exécuté une entaille (7) à la pièce b, on tracera au bout de la partie conservée la longeur $a\,b$, et en arasement celle $c\,d$; les deux évidements faits, il restera le prisme $e\,f\,g\,h$, $i\,j\,k\,l$, dont la base est un trapèze nommé Queue d'aronde, ou seulement *Queue:* pour pouvoir opérer la mise dedans, il faut refouler dans la pièce A, l'entaille $m\,n\,o\,p$, $q\,r\,s\,t$ (4).

9. Fig. 13 et 14. Les entailles à mi-bois, faites aux pièces A a, B b, comme il a été expliqué (7) pour les Fig. 9 et 10; on a converti en queue, comme il a été expliqué précédemment (8) pour les Fig. 11 et 12, environ la moitié de la longueur de chacune des parties conservées qui doivent se recouvrir; mais les évidements pour recevoir lesdites queues doivent être refoulés dans la partie de chaque pièce où l'épaisseur est restée entière, comme $i\,j\,k\,l$, pièce a, Fig. 14 et K l m n, pièce b, même figure, et attenant l'arasement, comme l'indiquent aussi leurs projections, $a\,b\,c\,d$, à la pièce A; et c d e f, à la pièce B, Fig. 13.

3e Cas. Lorsque l'une des pièces aboutit à la partie intermédiaire de l'autre.

10. Le bout de la pièce B doit être réuni à un endroit quelconque de la pièce A. Les projections Fig. 15, 17, 19, 21 et 23 indiquent cinq sortes de procédés pour en exécuter l'assemblage.

11. Par *simple entaille à mi-bois:* on a fait à la pièce A, Fig. 15, un évidement dont le quarré, $a\,b\,c\,d$, est la projection horizontale, ou tracé, et dont la profondeur contient la moitié de la hauteur de la pièce de bois; cet évidement est configuré en $e\,f, g\,h, i\,j, k\,l$, pièce a, Fig. 16.

12. Au bout de la pièce b, même Fig., on a fait une entaille $i\,j, k\,l, m\,n$, aussi de la moitié de la hauteur de la pièce de bois: après la mise dedans, la partie réservée remplit l'évidement $a\,b\,c\,d$, Fig. 15.

13. Fig. 17 et 18. On a entaillé le bout de la pièce b, aussi de la moitié de sa hauteur comme on vient de l'expliquer (12): mais aux rives de la partie réservée, on a retranché deux prismes à base triangulaire, pour lui donner la forme de queue, $e\,f\,g\,h, i\,j\,k\,l$; ainsi qu'il a été expliqué (8). L'entaille e f g h, de la pièce A, est de même forme: car pour opérer la mise dedans, il faut que les dimensions de chaque face de l'évidement soient respectivement égales à celles des réserves de l'autre pièce (4).

14. Fig. 19 et 20. L'entaille du bout effectuée à la pièce b, (comme il est déja expliqué (12) pour la Fig. 15), on a seulement retranché de la partie réservée, deux portions de forme prisme triangulaire, $i\,g\,l$, $k\,r\,s$, de la moitié de la hauteur de ladite portion réservée; ce qui a formé la queue, $g\,r\,h\,t, l\,s\,p\,o$; les deux petites parties réservées ne diffèrent pas la surface supérieure de cet assemblage, qui, après

$g\,h\,i, j\,k\,l$, welche mit der Gestalt und Dimension des Vorstosses übereinstimmen, das heisst eine doppelte Versatzung bilden.

6. Fig. 7 und 8. Nachdem man einen Theil der Tiefe des Holzes in A ausgeschnitten, so hat man zwei triangelförmige in $a\,e\,b, c\,e\,d$, Fig. 7, angedeutete, und in Fig. 8, abgebildete Einschnitte gemacht: dieselben stossen an die vertical Flächen des Holzes, und laufen mit ihren Spitzen in e zusammen. Auf diese Weise hat man zwei andere ähnliche dreickige in $a\,e\,d, b\,e\,c$, vorgestellte Prisma gelassen, welche an die beiden andern Seiten des Einschnittes stossen. Bei B b, hat man auf dieselbe Weise verfahren, und zugleich zwei triangelförmige Kämme (Prisma) $f\,g\,j, h\,i\,j$, erhöht gelassen, um die ersten Einschnitte auszufüllen; endlich hat man zwei andere Einschnitte angebracht in welche die erhöhten triangelförmigen Kämme (Prisma) in den Hölzern A a, eingesetzt werden.

Zweiter Fall. Sollen Hölzer mit ihren Enden zusammen verbunden werden, wie z. B. Mauerlattten, u. s. w., so verfahrt man wie aus den Figuren 9, 10, 11, 12, 13 und 14 zu ersehen ist.

7. Das Parallelogramm $a\,b\,c\,d$, in Fig. 9 stellt die in den Hölzern B b, A a, gelassenen Blätter vor, wovon $a\,b$ oder $c\,d$ die Länge eines jeden Einschnittes bezeichnen; dieser ist in halbe Holzdicke geschehen, und stellt die beiden Parallelogramme, $e\,f\,g\,h$, $i\,j\,k\,l$, in Fig. 10 vor.

8. Fig. 11 und 12. Man macht zuförderst einen Einschnitt (7) in das Holz b, und zieht sodann am Ende des gelassenen Blattes die Linie $c\,d$; sind die beiden Einschnitte geschehen, so bleibt das Viereck $e\,f\,g\,h, i\,j\,k\,l$, wovon die Grundlinie ein Trapezium (ungleichseitiges Viereck) bildet, und Schwalbenschwanz genennt wird. Um die Einsetzung zu bewerkstelligen, muss in das Holz a der Einschnitt $m\,n\,o\,p, q\,r\,s\,t$, (4) gemacht werden.

9. Fig. 13 und 14. Sind die Hölzer A a, B b, auf dieselbe Weise, wie vorstehend bei den Fig. 9 und 10 (7) gezeigt worden, in halbe Holzdicke eingeschnitten, so macht man, wie bei den Fig. 11 und 12 (8), einen ähnlichen schwalbenschwanzförmigen Kamm aus ungefähr der halben Länge der gelassenen Blätter welche übereinander aufzuliegen kommen; um aber diese Kämme einzusetzen, müssen die Einschnitte in den in seiner völligen Stärke gelassenen Theil eines jeden Holzes (man sehe in der 14 Figur $i\,j\,k\,l$, beim Holz a, und k l m n beim Holz b), und zwar auf der Oberfläche eingeschnitten werden, wie solches aus $a\,b\,c\,d$ beim Holze A, und aus c d e f beim Holz B, in der 13 Figur ebenfalls zu ersehen ist.

Dritter Fall. Wenn ein Holz in der Mitte eines andern eingesetzt werden soll.

10. Das Ende des Holzes B soll mit dem Holze A, an einem beliebigen Orte verbunden werden. Nach Massgabe der Fig. 15, 17, 19, 21 und 23, kann diese Zusammensetzung auf fünffache Weise bewirkt werden.

11. Durch einen ganz einfachen Einschnitt in halbe Hölzhöhe: zu diesem Behufe ist in dem Holze A, Fig. 16, ein quadratförmiger Ausschnitt gemacht worden, dessen horizontale Vorstellung sich aus $a\,b\,c\,d$ ergiebt. Seine Tiefe beträgt die halbe Holzdicke; dieser Ausschnitt ist aus $e\,f, g\,h, i\,j, k\,l$, im Holze a, Fig. 16 zu ersehen.

12. Am Ende des Holzes b, hat man in derselben Figur ebenfalls einen Einschnitt $i\,j, k\,l, m\,n$, gemacht, welcher wiederum die halbe Holzhöhe beträgt. Das nach der Einsetzung übrig gebliebne Blatt füllt den Ausschnitt $a\,b\,c\,d$, Fig. 15 aus.

13. Fig. 17 und 18. Das Ende des Holzes b, wird wie vorstehend bei (12) gezeigt worden, ebenfalls in halbe Holzhöhe eingeschnitten; worauf man sodann an den Seiten des gelassenen Blattes zwei triangelförmige Prisma wegschneidet, um ihm die Gestalt eines Schwalbenschwanzes, $e\,f\,g\,h, i\,j\,k\,l$, (8) zu geben. Der Einschnitt e f g h, im Holze A muss, der Einsetzung wegen, von derselben Gestalt seyn, und mithin die nämliche Länge und Breite haben (4).

14. Fig. 19 und 20. Nachdem der Einschnitt in das Ende des Holzes b, auf gleiche Weise, wie in (12) erklärt worden, geschehen ist, so hat man bloss zwei triangelförmige Prisma $i\,g\,l, k\,r\,s$, halb so hoch, als das gelassene Blatt ausgeschnitten, um den Schwalbenschwanz $g\,r\,h\,t, l\,s\,p\,o$ zu bilden. Da die beiden gelassenen Blätter die obere Fläche nicht verändern, so hat diese Zusammenkämmung, wenn

have been made in the piece B, b, viz: $g\,h\,i, j\,k\,l$, of the same form and dimensions as the Bossage; that is, with a *double tail.*

6. In the Fig. 7 and 8, after having grooved out part of the depth of the Notch in the piece A, two grooves have been made in the form of triangular prisms, projected in $a\,e\,b, c\,e\,d$, Fig 7, and represented in Fig. 8, close to the vertical surfaces of the piece, and contiguous by their edges in e, reserving thus two other similar triangular prisms, projected in $a\,e\,d, b\,e\,c$, close to the two other surfaces of the Notch, and the same operation has been made in the piece B b, reserving two triangular prisms $f\,g\,j, h\,i\,j$, to occupy the first grooves, and hollowing out two more grooves to put the reserves of the piece A a in.

Case 2. When some pieces of Timber are to be assembled end to end, such as in *Platforms*, etc., one must proceed as indicated in the Fig. 9, 10, 11, 12, 13 and 14.

7. The Parallelogram $a\,b\,c\,d$, Fig. 9, is the projection of the parts reserved in the pieces B b, A a; therefore $a\,b$ or $c\,d$, are of the same length as each Notch, which being cut half way into the wood will represent the two parallelograms $e\,f\,g\,h, i\,j\,k\,l$, Fig. 10.

8. Fig. 11 and 12. After having cut a Notch, (7) in the piece b, one must trace at the end of the jutty that has been reserved the length $a\,b$, and on a level, $c\,d$; the two grooves being hollowed out, there will remain the prism $e\,f\,g\,h, i\,j\,k\,l$, the base of which is a trapezium named *Dove-tail*, or only *Tail:* and in order to be able to make the insertion, one must groove afresh in the piece a, the notch $m\,n\,o\,p, q\,r\,s\,t$. (4)

9. Fig. 13 and 14. The notches being cut half way into the wood in the pieces A a, B b, as it has been explained (7) for the Fig. 9 and 10; it was necessary to convert into a tail, as elucidated above (8) for the Fig. 11 and 12, about half the length of each of the parts reserved, which are to be wrapped over one another; but the grooves in which those tails are to be introduced must be hollowed afresh in the part of each piece where the thickness has remained entire, as $i\,j\,k\,l$, piece a, Fig. 14; and k l m n, piece b, in the same figure, and contiguous to the level part, as indicated also by their projections $a\,b\,c\,d$; in the piece A, and c d e f, in the piece B, Fig. 13.

Case 3. When one of the pieces of timber reaches as far as the intermedial part of the other.

10. The end of the piece B must be joined in any part of the piece A. The projections, Fig. 15, 17, 19, 21, 23, point out five different ways of effecting the assemblage.

11. By a Single Notch *half way into the wood.* A groove has been made in the piece A, Fig. 15, the square of which $a\,b\,c\,d$, is the horizontal projection, and the depth contains half the height of the piece of timber; this groove is configured by $e\,f$, $g\,h, i\,j, k\,l$, in the piece a, Fig. 16.

12. At the end of the piece b, in the same Fig. has been cut a notch $i\,j, k\,l, m\,n$, which is also half the height of the piece of timber: after the insertion has been made, the part which was reserved fills up the groove $a\,b\,c\,d$, Fig. 15.

13. Fig. 17 and 18. A notch has been made at the end of the piece b, half way into the wood, as already explained in (12): but, on the edges of the part that was reserved, two prisms with a triangular base have been cut off, to give that part the form of a tail, $e\,f\,g\,h, i\,j\,k\,l$, as explained in (8). The notch e f g h, in the piece A, is of the same form: for, in order to operate the insertion, the dimensions of each side of the groove must be respectively equal to those of the reserves in the other piece (4).

14. Fig. 19 and 20. A notch at the end having been cut in the piece b, (as already explained in (12), and for Fig. 15) two portions in the form of a triangular prism $i\,g\,l, k\,r\,s$, have been retrenched from the reserved part, that are exactly half the height of the said reserved part, whereby a tail has been formed, $g\,r\,h\,t, l\,s\,p\,o$: and the two little parts reserved making no alteration in the form of the upper surface of that

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la mise dedans, a l'apparence de celui de la Fig. 15. Dans la pièce A, l'entaille a d'abord été faite en parallélogramme à $\frac{1}{4}$ bois seulement ; puis une deuxième entaille a été faite en queue, jusqu'à mi-bois.

15. Fig. 21 et 22. Cet assemblage diffère de celui de la Fig. 17 et 18 en ce qu'à la pièce b, Fig. 22, il a été conservé à la partie étroite de la queue, et à trois de ses faces, un filet de renfort, *jmni* ; la projection horizontale dudit filet est *df* et *ce* ; celle de la queue, *ghlk*, et *fabe*.

16. Fig. 23 et 24. A la pièce A, Fig. 23, on a d'abord fait un premier évidement, *abcd*, d'une dimension moindre que la moitié de la hauteur de la pièce de bois, comme eifj, pièce A, Fig. 24 ; mais pour compléter à mi-bois l'évidement de la pièce A, on a approfondi seulement le parallélogramme *abfe*, aussi indiqué par gh, pièce a. A la pièce b, Fig. 24, une seconde entaille a été approfondie pour l'occupation de la nervure, ghij, réservée à la pièce A : car il faut (4) que les dimensions de chaque face de l'évidement soient respectivement égales à celles des réserves de l'autre pièce.

Aux bois qui sont dans une disposition verticale tels que POTEAUX, etc., on nomme ENTURE les assemblages qui les réunissent bout à bout.

17. Fig. 25. Projection ou plan d'un *poteau* de barrière disposé diagonalement, dans lequel plan on aperçoit la largeur et l'épaisseur du tenon. La Fig. 26 est la représentation de la partie supérieure du poteau vu sur l'angle ; son tenon sur le plat et sa barbe rallongée. La Fig. 27 est celle de la lisse supérieure aussi disposée diagonalement avec mortaise à son arête inférieure. Les Fig. 28, 29 et 30 sont les mêmes pièces, mais vues sur un autre angle ; on y voit le tenon sur son épaisseur et l'évidement de la mortaise de la lisse.

18. ENTE *à mortaise entaillée, et tenon épaulé.* La Fig. 31 est la projection de la section supérieure d'un poteau quarré évidé d'une mortaise à une des faces ; la Fig. 32 son élévation, et la Fig. 33 la partie inférieure du poteau supérieur avec son tenon.

Observation. Cet assemblage a lieu lorsque la hauteur ne permet pas d'effectuer la mise dedans par mouvement dans la direction verticale.

19. Les Fig. 34, 35 et 36 sont pareillement les représentations détaillées de deux pièces de bois *entées* à mortaise entaillée et tenon en équerre ; assemblage très-usité pour les poteaux corniers, et l'on a soin d'établir en-dehors les faces non mortaisées.

20. *Enture à double enfourchement.* Les Fig. 37, 38 et 39 sont relatives à une *enture à double enfourchement*, formé de quatre mortaises entaillées, et quatre tenons épaulés, un sur chaque face des pièces. Cet assemblage peu usité n'est guères qu'un objet de curiosité.

21. *Enture à tourillon.* Fig. 40, 41 et 42. Cette manière d'enter deux pièces de bois serait la plus parfaite, mais n'est point mise en usage à cause de la difficulté du recreusement de la mortaise.

On peut y rapporter le tourillon ou tenon, que l'on exécute aux poteaux que l'on place sur un dé ou un parpaing de pierre, dans un refoulement qui y a été préparé.

PLANCHE II.

Assemblage à embrèvement.

La Fig. 1 est en usage pour réunir à un poteau A, des *linteaux*, des *lisses*, ou des *sablières*, BB, qui pénètrent l'intérieur du poteau.

22. En supposant la pièce B être une lisse ou une sablière à scellement d'un bout, et avec assemblage de l'autre, l'opération se réduit à faire un tenon ordinaire *abcd, efgh ;* et au poteau, une entaille nommée embrèvement, *abcd, efgh* : à la

das Einsetzen geschehen ist, das Ansehen von der in Fig. 15 beschriebenen Zusammenkämmung. Bei dem Holze A, ist zuförderst ein Parallelogramm-förmiger Einschnitt in $\frac{1}{4}$ Holzdicke, sodann aber ein schwalbenschwanz-förmiger Einschnitt in halbe Holzhöhe gemacht worden.

15. Fig. 21 und 22. Diese Zusammensetzung unterscheidet sich von der in Fig. 17 und 18 dadurch, dass bei dem Holze b, Fig. 22, eine vorstehende Verstärkung, *jmni*, an drei Seiten des Kammes, und zwar an den beiden Neben- und untern Seiten gelassen worden ist, die horizontale Vorstellung des Ganzen ergibt sich aus *df, ce, ghlk*, und *fabe*.

16. Fig. 23 und 24. Der Einschnitt *abcd*, im Holze A, Fig. 23, wird anfänglich nicht ganz in halbe Holzhöhe gemacht (man sehe eifj, beim Holz A, Fig. 24) ; um ihm sodann die vollständige Tiefe in die halbe Holzdicke zu geben, so wird bloss das Parallelogramm *abfe*, welches auch durch gh, beim Holz A angedeutet ist, ausgeschnitten. Das Holz B in Fig. 24, zeigt einen zweiten Einschnitt, in welchen die Rippe ghij, im Holze a, eingesetzt wird. Die Seiten eines jeden Einschnittes müssen, wie in (4) bemerkt worden, mit dem im andern Holze gelassenen Theile, der Länge und Breite nach vollkommen übereinstimmen.

Bei senkrecht stehenden Hölzern, wie z. B. Pfosten, u. s. w, nennt man Verzapfung diejenigen Zusammensetzungen, welche sowohl durch die Vereinigung eines stehenden und liegenden Holzes, als auch durch Vereinigung zweier Hölzer an den Enden geschehen können.

17. Die 25 Figur stellt einen über Eck gestellten Pfosten vor, wobei zugleich die Breite und Dicke des Zapfens sichtlich ist. In Fig. 26 sieht man den obern Theil des Pfostens mit seinem Winkel, seinem Zapfen auf der flachen Seite, und seinem verlängerten Barte : Fig. 27 stellt einen ebenfalls über Eck gelegten Unterzug (Pfette), mit dem an der untern Spitze befindlichen Zapfenloche vor. Die Fig. 28, 29, 30 enthalten dieselben Theile, jedoch von der andern Seite : man sieht daselbst die Dicke des Zapfens, so wie auch das Zapfenloch, welches in der Pfette angebracht ist.

18. *Einschnitt mit Zapfenloch und geächselten Zapfen.* Die 31 Figur zeigt den obern Durchschnitt eines viereckigen Pfostens mit einem Zapfenloche an der einen Seite ; die 32 Figur stellt den obern Theil des Pfostens, und Fig. 33 den untern Theil des obern Pfostens mit seinem Zapfen, welcher in den untern eingesetzt wird, vor.

Bemerkung. Diese Zusammensetzung wird dann angewendet, wenn die Einsetzung von oben, in gerader Richtung nicht geschehen kann.

19 Die Figuren 34, 35 und 36 enthalten ebenfalls eine ausführliche Darstellung von der Zusammenzapfung zweier Hölzer, wovon der Zapfen einen Winkel bildet. Diese Zusammensetzung ist vorzüglich bei Eckpfosten gebräuchlich, wobei man darauf sehen muss, dass die nicht eingelochten Seiten, auswärts zu stehen kommen.

20. Die Fig. 37, 38 und 39, geben eine Anweisung zu einer Zusammensetzung mit vier Zapfen. Diese entsteht aus vier eingeschnittenen Zapfenlöchern und vier Zapfen, von denen auf jeder Seite der Hölzer einer steht. Diese wenig gebräuchliche Zusammensetzung geschieht bloss der Seltenheit wegen.

21. *Einzapfung in runde Pfosten.* Diese in den Figuren 40, 41 und 42 vorgestellte Einzapfung zweyer Hölzer, wäre allerdings die vollkommenste ; allein sie ist wegen des schwer einzulochenden Zapfenloches nicht gebräuchlich.

Diese Art Zapfen wird oft bei freistehenden, auf einem Steinwürfel ruhenden Pfosten, welche zur Unterstützung der Durchzüge bestimmt sind, angebracht.

TABELLE II.

Zusammensetzung mit Zapfen-Versatzungen, Fig. 1.

Selbige wird angewendet, wenn Pfetten oder Schwellen BB, welche in das Innere des Pfostens A hineingehen, mit demselben verbunden werden sollen.

22. Gesetzt das Holz B ist eine Pfette oder Schwelle, welche mit einem Ende eingezapft, und mit dem andern eingesetzt werden soll, so macht man bloss einen gewöhnlichen Zapfen *abcd, efgh*, und in die Pfosten einen Einschnitt, Versatzung

assemblage, it looks, after the insertion is made, like that in Fig. 15. In the piece A, the notch has previously been made as a parallelogram, only one fourth part in the wood, and then a second notch has been made in the form of a tail, half way into the wood.

15. Fig. 21 and 22. This assemblage differs from that in Fig. 17 et 18, in this, that in the piece b, Fig. 22, in the narrow part of the tail, and on three of its sides, a strengthening fillet has been reserved *jmni* : the horizontal projection of the said fillet is, *df*, and *ce*, and that of the tail, *ghlk*, and *fabe*.

16. Fig. 23 and 24. In the piece A, Fig. 23, a first groove, *abcd*, has previously been made, of a dimension less than half the height of the piece of timber, as in eifj, piece A, Fig. 24 : but in order to complète the grooving of the piece A half way into the wood, nothing has been hollowed but the parallelogram *abfe*, as indicated by gh, piece A. In the piece B, Fig. 24, a second notch has been cut for the occupation of the nerve, ghij, reserved in the piece A : for the dimensions of each side of the groove (4) must be respectively equal to those of the reserves in the other piece.

In the pieces of timber which are vertically placed, such as POSTS, etc., the assemblages that join them at their extremities are called *scarfs*.

17. Fig. 25. A projection or plan of a *post* at a bargate diagonally disposed, in which is seen the breadth and thickness of the *tenon*. The Fig. 26, represents the upper part of the *post* seen on the angle, together with the flat part of the *tenon* and its lengthened end.

The Fig. 27, represents the upper rail, also diagonally disposed, with a mortise at the lower edge of it. The Fig. 28, 29, and 30 are the same pieces, but seen on another angle : there is seen the thickness of the *tenon*, and the groove of the mortise in the rail.

18. *A* SCARF *with a notched mortise and a shouldered tenon.* — The Fig. 31 is the projection of the upper section of a square post, with a mortise grooved in one of the surfaces ; the Fig. 32 it its elevation ; the F. 33 is the lower part of the upper post with its tenon.

Observation. That assemblage is used when, on account of the height, the insertion can not be conveniently made in a vertical direction.

19. The Fig. 34, 35 and 36 are likewise the detailed representations of two pieces of wood *scarfed* with a notched mortise and a squared tenon : this assemblage is very much used for corner-posts, and care has been taken to put outside the surfaces that have no mortises in them.

20. Double crossed scarf. The Fig. 37, 38 and 39 relate to a *double crossed scarf*, composed of four notched mortises, and four shouldered *tenons*, one of which is on eachsurface of the pieces. This assemblage, which is seldom used, is a mere object of curiosity.

21. *Spindle* or *Pivot scarf*, Fig. 40, 41 and 42.

This manner of scarfing two pieces of timber is by all means the most perfect, but seldom used, on account of the difficulty of grooving again the mortise.

The same *spindle* or the same *tenon* may be adapted to it, which is used for such posts as are fixed upon a *die* or *dado*, or upon a large massive stone placed in a cavity dug to that purpose.

PLATE II.

Tusk, or *Bevel-shoulder assemblage.*

Fig. 1. It is used to join to a post A, either *Lintels*, *rails*, or *sablieres* BB, which penetrate into the post.

22. Suppose the piece B is a rail, or a sealing sabliere at one end, and an assemblage at the other, the operation will consist in making a common tenon *abcd, efgh*, and in cutting into the post a notch called *tusk* abcd, efgh : and at the place of

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mise dedans, les deux épaulements du tenon s'ajusteront aux deux joues renfoncées de la mortaise.

23. Mais si la pièce était un linteau, après avoir tracé la largeur de baie comprise entre les poteaux i j k l, etc., on rallongera chaque épaulement ou embrèvement de tenon, m n o p, etc., de la profondeur de l'entaille d'embrèvement que l'on veut donner à la mortaise.

Observation. Beaucoup de charpentiers rallongent seulement la partie inférieure : alors chaque épaulement est oblique, ainsi que chaque embrèvement de mortaise.

Fig. 2. *Moise* est le nom de deux pièces de bois, B, B, qui servent à modérer la flexibilité des poteaux A A, en embrassant tout leur contour ou seulement une partie.

24. Pour exécuter cet assemblage, on fait quatre entailles aux quatre faces de chacun des poteaux ; il reste un prisme dont le côté est moindre que le côté de la base du poteau : on fait ensuite à chaque moise une entaille qui embrasse environ la moitié du prisme réservé ; mais il faut boulonner les deux moises.

A A, Fig. 3. *Sablières de chambrée*, traversant un paroi ou cloison de charpente, et dont l'inférieure reçoit les bouts des solives d'un plancher.

25. Les faces du dessous des solives, B, B, B, ont près de leur bout des entailles avec mentonnet, qui se placent dans l'entaille de la surface supérieure de la sablière inférieure ; et à la face du dessus, une queue ayant peu de relief, qui occupe l'entaille de même forme faite à la face du dessous de la sablière supérieure.

Les autres surfaces horizontales desdites sablières reçoivent les assemblages choisis pour les poteaux d'huisseries, tournices, décharges, etc.

Assemblages à rainure et languette, Fig. 4.

26. On joint de cette manière les planches de chêne ou de sapin clouées sur des solives ; et, dans certains cas, les palplanches d'ouvrages hydrauliques, A, A, A, planches dressées aux rives avec une *languette* et une *rainure* à chacune. B représente une solive.

27. Lorsque les dimensions d'équarrissage d'une pièce de bois sont insuffisantes pour occuper une hauteur donnée, on y supplée en lui réunissant avec le même assemblage une deuxième pièce qui achève la hauteur, Fig. 5. Pour éviter toute crainte de disjonction on donne quelquefois à la languette, Fig. 6, la forme de queue ; la rainure doit avoir la même forme, mais alors la mise dedans ne peut s'effectuer que par un mouvement longitudinal.

Ces sortes de doublages sont peu usités ; et quand ils sont nécessaires, on supplée à leur assemblage par des étriers de fer, qui ont souvent un office accessoire à remplir.

Assemblage à double paume grasse et à *double repos.*

Cet assemblage a lieu à quelques pièces d'étaiement ou de cintres de voûtes.

28. Les surfaces *a b c d, e f g h*, Fig. 7, pièce b, sont les deux paumes grasses, ainsi nommées à cause de leur inclinaison ; et les horizontales, *b e, c h, f i, g j*, sont les repos. L'entaille de la pièce A, doit avoir même forme (4).

29. On réunit aussi bout à bout les sablières par *tenon et mortaise à enfourchement simple*, Fig. 8, ou bien on donne à l'un et à l'autre la forme de queue. Fig. 9.

Assemblage à *tenon et mortaise*, le plus usité dans les ouvrages de charpente.

30. A et B, fig. 10, sont les deux pièces assemblées ; *a b c d* est la projection du tenon ; *a b* ou *d e*, sa longueur ; et *b c*, sa largeur : à la pièce b, les six

genannt, a b c d, e f g h. Wenn die Einsetzung geschieht, so schliessen sich die beiden Kanten des Zapfens an die beiden vertieften Backen des Zapfenloches an.

23. Ist das Holz B aber ein *Sturz*, so misst man erst die Breite zwischen den Pfosten i j k l, etc., und verlängert sodann eine jede Achsel oder Kerbe des Zapfens *m n o p*, etc. bis zur Tiefe der Versatzung, welche man dem Zapfenloche geben will.

Bemerkung. Mehrere Zimmerleute verlängern bloss den untern Theil ; alsdann ist jede Achsel und jede Versatzung schief.

Fig. 2. *Band* nennt man die beiden Hölzer B, B, welche die Pfosten A A ganz oder theilweise umschliessen, wodurch selbige mehrere Festigkeit erhalten.

24. Um diese Zusammensetzung zu vollführen, macht man an den vier Seiten eines jeden Pfostens vier Einschnitte ; es bleibt sodann ein Viereck, dessen Seite kleiner ist, als die Seite der Grundfläche des Pfostens. Man macht sodann an jedem Bande einen Einschnitt, welcher ohngefähr die Hälfte des gebliebenen Vierecks einschliesst ; man muss aber die beiden Bänder mit einem Bolzen oder Schraube befestigen.

A A. In Figur 3 sind Zimmerschwellen, welche durch eine Mauer oder Riegelwand gehen vorgestellt. In die untern werden die Enden der Balken eingesetzt.

25. Die untern Seiten der Balken B, B, B, haben an ihren Enden einen einfachen Kamm, welcher in den an der obern Seite der untern Schwelle befindlichen Einschnitt eingesetzt wird. An der obern Seite ist ein nur wenig erhabener schwalbenschwanzförmiger Kamm angebracht, welcher einen ähnlich gestalteten, in der untern Seite der obern Schwelle befindlichen Einschnitt ausfüllt.

In die andern horizontalen Seiten der gedachten Schwellen kommen die zu den Thür-Pfosten, Stelzen, Bügen (Strebe-Pfosten), etc. bestimmten Zusammensetzungen.

Zusammensetzungen durch Nuthen und Zungen, Fig. 4.

26. Auf diese Weise werden eichene oder tannene, auf die Balken genagelte Breter zusammen gefügt. In gewissen Fällen werden die Grund-Planken bei Deichen und Dämmen ebenfalls auf diese Weise mit einander verbunden A, A, A, sind Breter oder Planken, welche mit ihren Kanten durch Nuthen und Zungen zusammengefügt sind ; B, ist der Balken.

27. Wenn ein viereckiges Holz die erforderliche Dimension oder Grösse nicht hat, um eine gewisse Höhe auszufüllen, so fügt man noch ein zweites, auf ähnliche Weise gearbeitetes hinzu, und vollendet so die Höhe, man sehe die 5 Figur. Um jeder Auseinanderweichung vorzubeugen, gibt man der Zunge bisweilen die Gestalt eines Kammes, Fig. 6 ; wobei aber die Nuthe von gleicher Gestalt seyn muss ; auch kann sodann die Einfahrung nicht anders als von der Seite geschehen. Diese Art von doppeltem Aufsatz wird jedoch sehr selten angewendet ; machen ihn aber die Umstände nothwendig, so wird die Zusammensetzung mit eisernen Bändern, welche hierbei oft mit zu einem Nebenzwecke dienen, befestigt.

Zusammensetzung mit doppelter schräger Versatzung und doppelter Auflage oder Ruhepunkte.

Diese Zusammensetzung findet Statt bei einigen Stützen oder Gewölbbögen, so wie in Gebälken.

28. Die Flächen a b c d, e f g h, im Holze b, Fig. 7, sind die beiden schrägen Versatzungen welche diese Namen wegen ihrer Neigung führen ; die horizontalen Linien *b e c h, f i, g j*, sind die Ruhe-Punkte. Der Einschnitt im Holz a, muss von gleicher Gestalt seyn (4).

29. Man setzt die Schwellen auch mit ihren Enden vermittelst eines Zapfens und einfachen Gabelzapfenloches nach Massgabe der 8 Fig. zusammen ; auch gibt man beiden bisweilen die Gestalt eines Schwalbenschwanzkammes wie in Fig. 9 zu sehen ist.

Zusammensetzung mit Zapfen und Zapfenloche, wie solche bei den Zimmerwerken am gebräuchlichsten ist.

30. A und B, in der 10 Figur, sind die beiden zusammenverbundenen Hölzer ; *a b c d* ist der Zapfen ; *a b* oder *d e*, ist seine Länge, und *b c*, die Breite : bei

insertion, the two epaulments of the tenon will just fit the two sunk cheeks of the mortise.

23. But if the piece was a *lintel*, after having traced the breadth of the aperture between the posts i j k l, etc, one must lengthen each epaulment or tusk of the tenons m n o p, etc., of the same depth as the tusk-notch that is intended to be given to the mortise.

Observation. Many carpenters lengthen only the lower part, and then each epaulment is oblique, as well as each tusk of the mortises.

Fig. 2. *Binding piece*, or *Notched rail*, is the name of two pieces of timber B, *B*, that serve to moderate the flexibility of the posts A *A*, by encompassing their periphery, or only part of it.

24. In order to execute that assemblage, four notches must be made in the four surfaces of each of the posts, and there remains a prism the side of which is less than the side of the base of the post : one makes afterwards in each binding piece (moise) a notch which encompasses about half the prism reserved ; but the two binding pieces must be fastened with bolts.

A A, Fig. 3. *Sablieres* (de chambrée), going through a wooden-partition, the lower part of which recieves the ends of the joists of a floor.

25. The surfaces of the under part of the joists B, B, B, have near their end notches with a *catch*, which are placed in the notch of the upper surface of the lower sabliere, and in the uppermost surface, there is a tail with very little relievo, which fills up the notch of the same form cut in the undermost surface of the upper sabliere.

The other horizontal surfaces of the afore said sablieres have the same assemblages made use of in *Jaums* or *upright posts*, *inclined sablieres*, (tournices) *discharging posts*, etc.

Assemblage with Plough and Tongue, Fig. 4.

26. The oak or fir planks nailed upon the joists are joined in this manner ; as also, in certain cases, the planks used in hydraulical works.

A, A, A, represent planks planed on the edges, with a *plough* and *tongue* to each. B, is a joist.

27. When the squared dimensions of a piece of timber are insufficient to reach a given height, it may be remedied to by joining to it, with this same assemblage, a second piece which completes the height required, as in Fig. 5.

In order to avoid every fear of disjunction, one gives sometimes to the tongue, Fig. 6, the form of a tail, and the plough must be of the same form ; but then the insertion can only be effected by a longitudinal motion.

Those sorts of casings are seldom used, and when they are necessary, that assemblage may be replaced by iron-hooks which often fill up an accessary office in the work.

Assemblage with double Dove-tail, and *double notch*, (repos).

This assemblage is used for some staying or propping pieces, as also for the arches of vaults.

28. The superficies *a b c d, e f g h*, Fig. 7, piece b, are the two double dove-tails so called on account of their inclination ; and the horizontal lines *b e, c h, f i, g j*, are the double notches (repos). The notch in the piece *a* must be of the same form (4).

29. The sablieres may also be joined end to end by a *tenon and mortise with a single crossing*, as in Fig. 8, or both may be shaped in the form of a tail, as in Fig. 9.

Assemblage with Tenon and Mortise, mostly used in the works of carpentry.

30. A and B, in Fig. 10, are the two pieces of timber assembled : *a b c d*, is the projection of the tenon ; *a b*, or *d e*, are its length ; and *b c*, is its breadth :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

arêtes c d, d e, e f, g h, h i, i j, indiquent la forme entière dudit tenon ; k l e f, m n g j, ses deux *épaulements*.

Les lignes *g c, c f, f j, j g*, sont le pourtour de la mortaise ; celles *k l, e f, m n, g j*, ses *joues*.

Observation. Le plus souvent les praticiens placent l'assemblage dans le milieu de la pièce : ce procédé convient mieux aux poteaux, décharges et tournices, qu'aux bois des planchers. Si en traçant les assemblages des solives, chevêtres, etc., on divisait la hauteur en sept parties égales, trois seraient réservées à la joue inférieure de la mortaise, et les quatre autres seraient réparties entre le tenon et la joue supérieure : car la portion sous le tenon soutient tout le fardeau ; et c'est sans doute cette considération qui a suggéré à la prudence l'application des étriers en fer, que l'on ajoute dans certains cas à cet assemblage.

Assemblage à *mortaise*, et *tenon* avec *renfort* à *mordant*, ou selon quelques-uns à *mors-d'âne*, Fig. 11.

31. Cet assemblage diffère du précédent en ce qu'à la surface supérieure du tenon, au lieu d'évider quarrément l'*épaulement*, on le taille obliquement à partir de la même ligne du tracé ; ensorte qu'il projette sur le tenon un renfort qui s'y avance plus ou moins, et lui procure une force bien plus considérable. On doit préférer cet assemblage quand le tenon a un grand fardeau à soutenir.

Assemblage à *double tenon* et *mortaise*, Fig. 12, plus fort que celui à *tenon simple*.

32. Il a en outre l'avantage d'empêcher le devers des pièces de bois : aussi est-il préféré pour les pièces qui ont un fardeau à soutenir, telles que les chevêtres, linçoirs, quelques pièces des pont-levis, etc.

33. *Assemblage à queue* et avec filet de *renfort* (15), Fig. 13.

PLANCHE III.

Assemblages obliques. Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12.

34. Le plan A, Fig. 1, est la représentation de la surface supérieure d'un bout de *tiran* ou *d'entrait ; a b c d* est la projection horizontale de l'*embrèvement* ou *pas de l'arbalétrier ;* et *e f g h* celle de la mortaise ; *i j k l, m n o p*, celle du pied de la *jambette :* la Fig. 2, leurs projections verticales ; A, *entrait ;* B, *arbalétrier ;* et C, *jambette*.

Fig. 3. La partie e f est nommée la *gorge du tenon*, et celle g h g' h' l'*about :* les mêmes noms sont appliqués à la *mortaise* ; m n o p est sa *gorge en pente ;* et q r s t, son about à l'équerre (un *tenon* est plus facile à revêtir quand il est abouté à l'équerre).

35. Les Fig. 4 et 5 sont les projections d'un pareil assemblage : mais à la pièce b, Fig. 6, les deux épaulements du tenon contiennent chacun deux renforts projetés à l'équerre, c d e f g, *h i j k l*, qui touchent les diverses parties des entailles d'embrèvement, qui ont même forme (4).

36. Fig. 7 et 8. Même projection d'assemblage, mais à *double tenon :* et chaque épaulement à la pièce b, Fig. 9, a une partie en gorge, c d, taillée à l'équerre sur la pièce ; le renfort ralongé, d e, est pareillement taillé à l'équerre en e f (4).

37. Fig. 10 et 11. Même projection d'assemblage à double tenon : et chaque épaulement à la pièce b, fig. 12, est ralongé de trois renforts aussi taillés à l'équerre.

Les Fig. 13, 14, 15, 16 ; 17, 18, 19, 20 ; 21 ; 22, 23, 24, 25 et 26, représentent les détails d'un brisis de comble dont la hauteur est divisée par un plancher.

38. Fig. 13. Plan d'une plate-forme A, du bout du tiran B ; et C, une lisse basse d'une ferme brisée ; *a b c d*, est la projection du pied de la jambe de force ; et *e f g h*, la mortaise qui reçoit son tenon : *i j k l*, mortaise qui reçoit le tenon de la deuxième jambe de force. La figure 14 en est le profil : A est dem Holze b zeigen die sechs Spitzen c d, d e, e f, g h, h i, i j, die Gestalt des Zapfens, und k l e f, m n g j seine beiden Achseln. Die Linien *g c, c f, f j, j g* sind der Umkreis des Zapfenloches, so wie *k l, e f, m n, g j*, die Backen desselben vorstellen.

Bemerkung. In der Praxis bringt man diese Zusammensetzung am häufigsten in der Mitte des Holzes an. Diese Verfahrungsweise ist für Pfosten, Strebepfosten und Stelzen schicklicher als für Deckenholz. Wenn man bei der Zusammensetzung der Balken, Stichbalken, etc., die Höhe in sieben gleiche Theile theilen wollte, so kämen drei auf den untern Backen des Zapfenloches und die vier andern auf den Zapfen und den obern Backen ; weil der Theil unter dem Zapfen die ganze Last trägt, so wendet man aus Vorsicht bisweilen eiserne Bänder an.

Zusammensetzung mit Zapfenloch und *Zapfen, nebst Verstärkung.*

31. Diese Zusammensetzung unterscheidet sich von der vorhergehenden dadurch, dass die Achseln an der obern Seite des Zapfens nicht viereckig, sondern von derselben Linie an, schiefgeschnitten sind, so dass an dem Zapfen ein mehr oder minder vorragender Vorstoss bleibt, wodurch die Kraft des Zapfens beträchtlich vermehrt wird. Diese Zusammensetzung ist vorzüglich dann rathsam, wenn der Zapfen eine grosse Last zu tragen hat.

Zusammensetzung mit doppelten Zapfen und *Zapfenloche.*

Die Kraft ist hier noch stärker als bei einfachen Zapfen.

32. Ein anderer Vortheil der aus dieser Zusammensetzung entspringt, ist der, dass sich die Hölzer nicht werfen ; auch wird sie vorzugsweise bei Hölzern angewendet, welche Lasten zu tragen haben wie z. B. die Stichbalken, und Wechsel, einige Hölzer bei Zugbrücken, etc.

33. *Zusammensetzung mit Kamm und vorstehender Verstärkung* (15), Fig. 13.

TABELLE III.

Schiefe Zusammensetzungen. Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 und 12.

34. Der Plan A, Fig. 1, stellt die obere Seite eines Durchzuges, oder Spannriegels am Ende desselben vor ; *a b c d*, ist die horizontale Ansicht der Kerbe oder des Einschnittes der Dachstuhlsäule, und *e f g h*, die des Zapfenloches ; *i j k l, m n o p*, ist der Fuss des Stützbandes, ebenfalls in horizontaler Vorstellung. Die 2 Figur enthält die verticalen Ansichten derselben. A, ist der Spannriegel, B, die Dachstuhlsäule, und C, das Stützband.

In Fig. 3, heisst der Theil, e f, die Kehle oder Ranke des Zapfens, und der Theil g h g' h' die Stirne : gleiche Benennungen finden bei dem Zapfenloche Statt ; m n o p, ist seine Kehle, in sich neigender schräger Richtung, q r s t, seine Stirne, in Gestalt eines Winkels. (Ein Zapfen lässt sich leichter einsetzen oder verkleiden, wenn das Ende desselben einen Winkel bildet).

35. Die Fig. 4 und 5, stellen eine ähnliche Zusammensetzung vor ; allein bei dem Holze b, in Fig. 6, sind bei jeder der beiden Stirnen des Zapfens zwei winkelförmige Versatzungen c d e f g, *h i j k l* angebracht, welche an die verschiedenen Theile der ähnlich gestalteten (4) Kerbeneinschnitte anstossen und sie ausfüllen.

36. Fig. 7 und 8. Die nämliche Zusammensetzung, nur mit doppeltem Zapfen : jede Stirne bei b, in der 9 Figur, hat überdiss noch einen kehlförmigen Theil c d, welcher winkelförmig geschnitten ist ; die verlängerte Verstärkung d e, ist ebenfalls in e f (4) winkelförmig geschnitten.

37. Fig. 10 und 11. Die Zusammensetzung ist dieselbe, nämlich mit doppeltem Zapfen ; jede Achsel beim Holz b, Fig. 12, ist ausserdem noch mit drei, ebenfalls winkelförmigen Verstärkungen versehen.

Die Fig. 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 und 26 stellen ein gebrochenes Dach vor, dessen Höhe durch ein Gebälk getheilt wird.

38. Fig. 13. Ansicht einer Mauerlatte A, am Ende des Balkens B ; C, ist die Schwelle eines gebrochenen Dachstuhls ; *a b c d*, der Fuss des Sparrens, und *e f g h*, das, zur Einsetzung des Zapfens bestimmte Zapfenloch : *i j k l*, ist das Zapfenloch, welches den Zapfen der Sthulsäule ausfüllt. In der 14 Fig. sieht in the piece b, the six *edges* c d, d e, e f, g h, h i, i j, show the entire form of the said tenon ; and k l e f, m n g j, show its two *epaulments*.

The lines *g c, c f, f j, j g*, are the periphery of the mortise, and the lines *k l, e f, m n, g j*, are its *checks*.

Observation. Practitioners mostly place the assemblage in the middle of the piece ; that manner is more proper for discharging posts, inclined sablieres, etc., than for the timber used in floors. If in tracing the assemblages of the joists, binding joists, etc., the height was divided into seven equal parts, three of them should be reserved for the lower cheek of the mortise, and the four remaining ones should be divided between the tenon and the upper cheek ; for the portion under the tenon sustains the whole burthen ; and it is doubtless for that very reason that prudence has suggested it to apply iron-hooks, which are added in certain cases to that assemblage.

Assemblage with a *Mortise, and a tenon with a bent-back reenforcement.* Fig. 11.

31. This assemblage differs from the other, because, at the upper surface of the tenon, instead of the *epaulment* being grooved in a square manner, it is cut bevel-ways, from the line traced in the projection ; so that a reenforcement juts more or less on the tenon, and procures it a much greater strength. This assemblage ought to be preferred when the tenon must bear a considerable burthen.

Assemblage with a double Tenon and Mortise.

Fig 12. It is stronger than that with a *single tenon*.

32. This assemblage has besides the advantage of preventing the warping of the pieces of timber ; so it is preferred for such pieces as have a burthen to bear ; viz : Binding joists, long joists, (linçoirs), and some pieces in draw-bridges, etc.

33. *Assemblage with a Tail and a reenforcing fillet or listel* (15), Fig. 13.

PLATE III.

Oblique Assemblages Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 und 12.

34. The Plan A, Fig. 1, is the representation of the upper surface of the end of a *Collar*, or of a *Tie-beam ; a b c d*, is the horizontal projection of the *tusk-joint*, or *furrow of the principal rafter ;* and *e f g h*, is that of the mortise ; *i j k l, m n o p*, that of the foot of the *Count-timber :* the Fig 2, shows their vertical projections : A, is the *Tie-beam ;* B, is the *principal Rafter ;* C, is the *Count-timber*.

Fig. 3. The part e f, is called the *Gorge* of the *Tenon*, and the part g h g' h' is named the *squared abutment :* the same names are given to the *Mortise ;* m n o p show the *shelving gorge :* q r s t, is its shelving *abutment*. (A *Tenon*, when *squared*, is easier to be wrapped over.)

35. The Fig. 4 and 5 are the projections of a similar assemblage ; but in the piece b, Fig. 6, the two epaulments of the tenon contain each of them two squared projected reenforcements, c d e f g, *h i j k l*, that touch the different parts of the tusked Notches, which are of the same form (4).

36. Fig. 7 and 8. They contain the same projection with regard to the Assemblage, only there is a *double tenon*, and each epaulment in the piece b, in Fig. 9, has a part of it in the form of a gorge c d, cut square in the piece ; the lengthened reenforcement d e is likewise cut square, as e f (4).

37. Fig. 10 and 11. They contain the same projection with regard to the Assemblage, there is also a *double tenon*, and each epaulment in the piece b, Fig. 2, is lengthened by three reenforcements also cut square.

The Fig. 13, 14, 15, 16 ; 17, 18, 19, 20 ; 21 ; 22, 23, 24, 25 and 26, represent the details of a *Flat curved-roof*, the height of the top being divided by a floor.

38. Fig. 13, represents the Plan of *Platform* A, at the end of the collar B ; and C, is the lower rail of a middle rafter : *a b c d*, is the projection of the foot of the principal rafters (jambes de force) and *e f g h*, the Mortise which receives the tenon : *i j k l*, is the Mortise that receives the Tenon of the second principal

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la section verticale de la plate-forme; B est une des faces d'a-plomb du bout du tiran ; et C, la section verticale de la lierne : D, partie extérieure de la jambe de force ; et E, partie inférieure de la deuxième jambe de force.

39. On voit dans la Fig. 15 que la plate-forme, a, contient à sa surface supérieure une entaille *a b c d e f g h ;* et le tiran, une autre, *b i j c k e h l*, fixées l'une dans l'autre : *m n o p* est le fond de l'entaille faite à la face supérieure du tiran pour recevoir le cours de lierne; et *q r s t*, la mortaise qui reçoit le tenon de la jambe de force d, Fig. 17.

On voit dans la Fig. 16 que la lierne c contient à sa surface supérieure une entaille et une mortaise qui reçoivent l'assemblage à embrèvement de la deuxième jambe de force.

40. La rencontre du plancher dans le milieu de la hauteur de brisis exige un choix d'assemblages convenables à leur réunion. La Fig. 19 en est le profil ; d, jambe de force ; e, partie supérieure de la deuxième jambe de force ; f, section de la lierne haute ; g, une des moises formant le premier entrait ; h, faux entrait.

La Fig. 18 est la projection horizontale dudit profil contenant comme celle de la figure treize les principaux détails d'assemblage et un des boulons de fer (24).

41. Au bout supérieur de la deuxième jambe de force est une entaille, avec réserve d'un petit tenon, pour le passage de la lierne haute, représentée Fig. 21, laquelle a uni à une de ses faces une entaille qui se réunit à la partie réservée du bout de la deuxième jambe de force e ; et à la face du dessous est une mortaise qui s'assemble à chapeau sur le petit tenon réservé à l'about de la pièce e. Fig. 20 est une autre entaille qui reçoit le tenon à queue du faux entrait h : la partie inférieure de celui-ci a en outre une petite coupe en tas de charge ralongée dans la pièce e. La figure 22 contient la représentation des entailles faites à la jambe de force pour recevoir les queues des deux moises g, Fig. 19.

Les Fig. 23, 24, 25 et 26 indiquent l'assemblage d'une moise pendante K.

42. Dans la Fig. 23, qui en est le plan ou la projection horizontale, on voit en K la mortaise du faux entrait h qui reçoit le tenon inférieur de la pièce K ; les deux liernes I J, entaillées pour embrasser partiellement ladite pièce K qui est elle-même entaillée pour les recevoir. Lesdites liernes ont chacune sur la face verticale opposée deux mortaises pour recevoir les tenons qui terminent les deux cours de moises g g.

La Fig. 24 est la projection verticale ou profil des mêmes pièces, où elles sont timbrées des mêmes lettres.

43. Fig. 25. Aspect de la pièce h et de la mortaise qui reçoit le tenon de celle K. Fig. 26, autre aspect de la pièce K des cours de moises I J du faux entrait h et des moises g g, le tout après son assemblage.

PLANCHE IV.

Fig. 1 et 2. Détail d'ajustement de quatre pièces de bois dont deux A A a *a* placées horizontalement et les deux autres B B b *b* placées verticalement.

44. La Fig. 1 est la projection horizontale desdites pièces : le parallélogramme *c d e f* indique la partie de bois qui se trouve réservée après que les entailles ont été faites aux pièces A A, *c d m n, f e k l*, indiquent les parties de bois réservées aux pièces B B dont les entailles sont représentées par c d e f, g h i j, Fig. 2.

Fig. 3 et 4. Même combinaison de pièces verticales et horizontales avec deux pièces passantes sous les moises.

45. Fig. 3. E F. Projection horizontale d'une aiguille ou clé pendante composée de deux pièces de bois e f retenue en joint au moyen de deux moises A B a b *e f g h*, indique les dimensions des parties

man davon das Profil ; A, ist der verticale Durchschnitt der Mauerlatte ; B, stellt eine der senkrechten Seiten am Ende des Balkens, so wie C, den verticalen Durchschnitt der Dachstuhlschwelle vor. D, ist der untere Theil des Sparrens und E, der untere Theil der Dachstuhlsäule.

39. Die 15 Figur zeigt auf der obern Seite der Mauerlatte a, einen Einschnitt *a b c d e f g h ;* der Balken enthält ebenfalls einen Einschnitt *b i j c, k e h l ;* wobei einer in den andern eingeschnitten ist : *m n o p* ist der Grund von dem in der obern Seite des Balkens gemachten Einschnitte, in welchen die Breite der Dachstuhlschwelle eingesetzt wird, und *q r s t* stellt das zur Ausfüllung des Sparrenzapfens d, Fig. 17, bestimmte Zapfenloch vor.

Wir sehen in der 16 Fig., dass auf der obern Seite der Dachscwelle C, ein Einschnitt und ein Zapfenloch angebracht ist, worein der Sparren eingesetzt wird.

40. Soll eine Decke im Kehlgebälke angebracht werden, so muss die Zusammensetzung der Hölzer den Umständen gemäss geschehen. Die 19 Figur zeigt hiervon das Profil; d, den Sparren; e, den obern Theil der Dachstuhlsäule ; f, den Durchschnitt der Dachpfette ; g, den Kehlbalken, und h, den Spann- oder Brustriegel.

Die 18 Fig. zeigt die horizontale Vorstellung des gedachten Profils mit den vorzüglichsten in Fig. 13 beschriebenen Zusammensetzungen, ingleichen einen eisernen Bolzen oder Schraube (24).

41. An dem obern Ende der Dachstuhlsäule befindet sich ein Einschnitt mit einem kleinen Zapfen, worein die in Fig. 21, vorgestellte Dachpfette kommt; diese Pfette hat ebenfalls an der einen Seite einen Einschnitt, welcher zur Ausfüllung des am Ende der Dachstuhlsäule e, gelassenen Ohrs bestimmt ist ; an der untern Seite befindet sich ein Zapfenloch, in welches der kleine, am Ende der Stuhlsäule e, gelassene Zapfen eingesetzt wird. An dem andern, am Ende der Stuhlsäule e, in Fig. 20 gelassenen Ohre befindet sich eine Vezsatzung nebst Zapfenloch, in welches der Zapfen des Spann- oder Brustriegels h eingesetzt wird. In der 22 Figur sehen wir die Einschnitte, welche in dem Sparren zur Einsetzung der Kämme der beiden Kehlbalken g, angebracht sind. Fig. 19.

Die Fig. 23, 24, 25 und 26, stellen die Zusammensetzung eines hängenden Bandes K vor.

42. Die 23 Figur enthält dessen horizontale Ansicht ; man sieht bei K das Zapfenloch im Spannriegel h, in welches der untere Zapfen der Hängsäule K eingesetzt wird; ferner die beiden Querbänder I J, welche eingeschnitten sind, um die gedachte Hängsäule K, theilweise einzuschliessen; diese hat ebenfalls Einschnitte, in welche die gedachten Querbänder eingesetzt werden.

Ein jedes von diesen Querbändern hat auf der entgegengesetzten verticalen Seite zwei Zapfenlöcher, in welche die Zapfen an den breiten Seiten der Kehlbalken g g, eingesetzt werden.

Die 24 Figur zeigt die verticale Ansicht oder das Profil von denselben Hölzern, welche mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet sind.

43. Die 25 Figur enthält die Ansicht des Spann- oder Brustriegels und des Zapfenloches, worein der Zapfen der Hängsäule K eingezapft wird. Die 26 Fig. stellt eine andere Ansicht dieser Hängesäule, so wie die Richtung der Bänder I J, ferner den Spannriegel h, und die Kehlbalken g g, nach geschehener Zusammensetzung vor.

TABELLE IV.

Fig. 1 und 2. Zusammensetzung von vier Hölzern, von denen zwei A *A* a *a*, horizontal, und die beiden andern B *B* b *b*, vertical gestellt sind.

44. Die Figur 1 zeigt die horizontale Vorstellung derselben. Das Parallelogramm *c d e f*, bezeichnet den Theil, welcher gelassen wird, nachdem die Einschnitte in die Hölzer A A, geschehen sind; *c d m n, f e k l*, bezeichnen die in den Hölzern B B, gelassenen Theile; die Einschnitte in dieselben ergeben sich aus c d e f, g h i j, in Fig. 2.

Fig. 3 und 4. Die Hölzer sind hier ebenfalls horizontal und vertical zusammengesetzt. Unter den Bändern gehen überdiss noch zwei Hölzer hindurch.

45. Fig. 3. E F. Man sieht hier die horizontale Abbildung einer Hängsäule, welche aus zwei Hölzern e f, zusammengesetzt ist. Diese leztern werden durch zwei Bänder A B, a b, verbunden und zusam-

rafter. The Fig, 14 is the profile of it : A is the vertical section of the Platform ; B, is one of the level surfaces of the end of the Collar; an am C, is the vertical section of the rail called *Lierne :* D, is the lower part of the principal rafter ; and E, is the lower part of the second principal rafter.

39. One may perceive in Fig. 15, that the Platform a, has on its upper surface a Notch, *a b c d, e f g h ;* and the Collar has another, *b i j c, k e h l*, placed one within the other : *m n o p*, is the bottom of the Notch made in the upper surface of the Collar, to receive the range of rails ; and *q r s t*, the mortise that receives the tenon of the principal rafter d, Fig. 17.

One sees in Fig. 16, that the Lierne C, has in its upper surface a Notch and a Mortise which receive the tusk assemblage of the second principal rafter.

40. The meeting of the floor, in the middle of the height of the flat curved roof, requires a choice of Assemblages suitable to their junction. The Fig. 19, is the profile of it : d, is a principal rafter ; e, is the upper part of the second principal rafter ; f, is a section of the upper Lierne ; g, one of the binding pieces forming the first tie-beam ; h, is a second tie-beam.

The Fig. 18 is the horizontal projection of the said profile, containing as that of Fig. 13, the principal details of the Assemblage and one of the iron-bolts (24).

41. At the upper end of the second principal rafter, is a Notch with the reserve of a small tenon, for the passage of the upper Lierne, represented Fig. 21, which has a Notch in one of its surfaces that is joined to the part reserved for the end of the second principal rafter e ; and in the undermost surface, is a Mortise which is assembled with a head-piece on the small tenon reserved at the shelving abutment of the piece e. In the other part reserved at the shelving extremity of the piece e, Fig. 20, is another notch that receives the tailed tenon of the second tie-beam h, the lower part of which has besides a small particular notch lengthening into the piece e. The Fig. 22 contains the representation of the notches made in the principal rafter, to receive the tails of the two binding pieces g, Fig. 19.

The Fig. 23, 24, 25 and 26, show the assemblage of a hanging binding piece k.

42. In Fig. 23, which is the plan or horizontal projection of the same, is seen in K, the Mortise of the second tie-beam h, which receives the lower tenon of the piece K ; the two liernes I J, are notched to encompass only part of the said piece K, which has in it Notches to receive them. The above liernes have each on their opposite vertical surface two Mortises to receive the tenons which terminate the two ranges of binding pieces g g.

The Fig. 24 is the vertical projection or profile of the same pieces, where they are marked with the same letters.

43. The Fig. 25, presents a view of the piece h, and of the Mortise that receives the tenon of the piece K. The Fig. 26 presents another view of the piece K, of the ranges of binding pieces I J, of the second tie-beam h, and of the binding pieces g g, the whole after the insertion of the assemblage has taken place.

PLATE IV.

Fig. 1 and 2. Details concerning the adjustment of four pieces of Timber, two of which are horizontally placed, A *A*, a *a*, and the two others B *B*, b *b*, are in a vertical position.

44. The Fig. 1, is the horizontal projection of the aforesaid pieces : the parallelogram *c d e f*, shows the part of the wood which was reserved after the Notches were cut in the pieces A A : *c d m n, f e k l*, show the parts of the wood reserved in the pieces B B, the Notches of which are represented by c d e f, g h i j, Fig. 2.

The Fig. 3 and 4 contain the same combinations of vertical and horizontal pieces, with two pieces passing under the binding pieces.

45. In Fig. 3, E F is the horizontal projection of a *Puncheon* or *hanging Key*, composed of two pieces of timber e f, jointed by means of two binding pieces A B, a b : *e f g h*, show the dimensions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de bois réservées aux pièces verticales, E F, *ef*, et les deux entailles faites aux deux moises A *a* B *b* (44) *m n o p* indique pareillement celles de la partie réservée au droit des pièces passantes C D c d, le tout représenté pàr les lignes c h f g, *q m*, *n r*, Fig. 4.

Fig. 5, 6 et 7. Combinaison de huit pièces de bois qui se moisent réciproquement. Elle n'a point d'objet réel, puisque les deux dernières ne maintiennent que des pièces déja maintenues par d'autres.

46. La Fig. 5 en est la projection horisontale *i j k l* parallélogramme des deux entailles faites aux pièces A a, B b pour contenir les parties réservées aux pièces C c, D d, qui elles-mêmes sont entaillées à leurs surfaces opposées sur les mêmes lignes de projection *i j k l:* les entailles et réserves des pièces g h, sont semblables et faites sur les mêmes projections, ainsi que celles des pièces a b qui les moisent. Les projections des entailles et réserves des pièces E e, F f, sont les lignes *m n o p*.

Les Fig. 6 et 7 sont des aspects qui représentent toutes les pièces après la mise dedans (44, 45, 24).

Combinaisons de courbes appliquées à une charpente de grand comble pour y former une voûte en berceau : détail particulier des principaux assemblages nécessaires pour fixer les deux systèmes l'un à l'autre, Fig. 8, 9, 10, 11, 12, 13; 14, 15, 16, 17 et 18.

Observation. 1° La Fig. 8 est une description horizontale prise à la ligne de trave du comble, et la Fig. 14 une même description, mais prise à la hauteur de la seconde enrayure; 2° la pièce A *A* n'appartient à aucun des systêmes; et quoique les Fig. 8 et 9 la contiennent, on doit seulement la considérer dans cet exemple comme support.

47. La Fig. 8 contient les projections horizontales des pièces : B, vue de la surface supérieure d'un tiran ou d'un blochet; C D, section horizontale des deux moises pendantes; G H, section à la naissance des deux pièces qui forment la courbe du berceau; et E F, pièces moisant horizontalement toutes les fermes.

Les réserves, entailles et contre-entailles de toutes ces pièces ont été tracées et évidées comme celles précédemment détaillées (44, 45, 46). La Fig. 9 est le profil ou projection desdites pièces; *B*, une des faces verticales du tiran; *C*, une des faces d'une moise pendante; *G H*, une face des deux pièces qui composent la courbe; *E F*, sections des moises horizontales (24).

48. Fig. 10 et 11. Aspects indiquant les formes des parties qui ont été taillées pour assemblages aux pièces a b. Les lettres *a b c d*, *e f g h*, Fig. 10, indiquent l'entaille faite à la pièce a pour l'occupation d'une partie de la pièce b, Fig. 11; cette dernière ayant aussi une entaille *e f g h*, *l k i j*, qui, à la mise dedans, descend sur une portion de la pièce a : cette dernière a aussi deux mortaises m n, pour recevoir les tenons m n de la Fig. 13, la pièce b a en outre deux entailles *m n o p*, *q r s t*, *u v x y*, etc., pour le passage des moises pendantes c d; et entre ces deux entailles une mortaise, o, pour recevoir les deux tenons o o de la naissance des courbes, Fig. 13 : l'entaille faite à la surface supérieure de ladite pièce b, pour recevoir les moises horizontales, est suffisamment indiquée par la figure. Aux pieces e, f, Fig. 12, on voit aussi à leurs faces verticales intérieures des entailles doubles p q r s, t u v x, etc., pour le passage des moises pendantes, c, d, et l'occupation du bout des courbes g, h, Fig. 13.

49. On voit aux Fig. 9, 13, 15, 16 et 17, que les surfaces qui se touchent aux deux pièces de la courbe, ont été taillées en crémaillère, pour qu'elles conservent l'état de stabilité qu'on leur

mengehalten, *e f g h*, zeigen die Grösse der in den Vertical-Hölzern E F, *ef*, gelassenen Theile, so wie die zwei, in den beiden Bändern A a, B b (44) gemachten Einschnitte : Aus *m n o p* ergibt sich die Grösse des rechts an den durchgehenden Hölzern C D, c d, gelassenen Theils; das Ganze ist durch die Linien c h f g, *q m*, *n r*, in Fig. 4 vorgestellt.

Die 5, 6 und 7 Fig. stellt die Zusammetsetzung von acht sich wechselseitig verbindenden Hölzern vor. Diese Zusammensetzung kann aber eigentlich nicht als selbstständig betrachtet werden, weil die beiden lezten Hölzer bloss solche zusammenhalten, welche wiederum von andern zusammengehalten werden.

46. Die 5 Fig. enthält die horizontale Abbildung dieser Zusammensetzung. Das Parallelogramm *i j k l*, zeigt die beiden, in den Hängsäulen A a, B b, gemachten Einschnitte, vermittelst welcher die in den Hölzern C c, D d, gebliebenen Theile zusammengehalten werden. Diese leztern sind ebenfalls an ihren entgegengesetzten Seiten, und nach Masgabe derselben Linien *i j k l*, eingeschnitten. Die Einschnitte und gebliebenen Theile an den Hölzern g h, sind von gleicher Gestalt, und mit ähnlichen Linien bezeichnet, so wie auch die Hängsäulen a b, durch welche jene verbunden werden. Die Linien *m n o p* dezeichnen endlich die in den Hölzern E e, F f, gemachten Einschnitte und gebliebenen Theile.

In der 6 und 7 Fig. sieht man sämmtliche Hölzer nach geschehener Einsetzung derselben (44, 45, 24).

Verbindung der Bogen-Hölzer oder Biegen in grossen Dachwerken, worinn Tonnen-Gewölbe angebracht werden, nebst besonderer Beschreibung der vorzüglichsten und nöthigsten Zusammensetzungen, wodurch die beiden in den Fig. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 und 18 aufgestellten Systeme mit einander verbunden werden.

Bemerkung. Die 8 Fig. stellt eine horizontale von der Stuhlwandlinie ausgehende Abbildung vor. Die 14 Fig. enthält dieselbe Abbildung, nur dass sie von der Höhe des zweiten Gebälkes genommen ist. Das Holz A *A* gehört zu keinem von diesen Systemen, und ohnerachtet selbiges in der 8 und 9 Fig. enthalten ist, so kann es hier dennoch nicht anders, als bloss als Durchzug, oder Tragbalken betrachtet werden.

47. In der 8 Fig. sind die Hölzer in horizontaler Lage vorgestellt; B, ist die Ansicht der obern Seite eines Binde-oder Stichbalkens; C D, der horizontale Durchschnitt der beiden Hängsäulen; G H, der Durchschnitt vom Anfang der beiden Hölzer des Bogens, welcher das Tonnengewölbe bildet, und E F, die Bänder welche alle Hauptbünde horizontal zusammenhalten.

Die gelassenen Hälse, Einschnitte und Gegeneinschnitte an sämmtlichen Hölzern, sind ganz wie in N° 44, 45 und 46 gezeichnet und geschnitten. Die 9 Fig. enthält das Profil der gedachten Hölzer; B, zeigt eine von den verticalen Seiten des Balkens; C, die eine Seite der Bund-Säule; G H, eine Seite der beiden Hölzer, welche den Bogen bilden, und E F, die Vorstellung der horizontalen Bänder (24).

48. Die Fig. 10 und 11, zeigen, wie die zur Zusammensetzung der Hölzer a b, gemachten Einschnitte gestaltet seyn müssen. Die Buchstaben *a b c d*, *e f g h*, in Fig. 10, Bezeichnen den in dem Holze a gemachten Einschnitt, in welchen ein Theil des Holzes b, Fig. 11 eingesetzt wird; in diesem leztern befindet sich ebenfalls ein Einschnitt *e f g h*, *l k i j*, welcher nach der Einsetzung bis auf einen Theil des Holzes a herabgeht. Dieses leztere hat seinerseits zwei Zapfenlöcher m n, in welche die Zapfen m n, in Fig. 13 eingezapft werden; das Holz b, hat überdiss noch zwei Einschnitte *m n o p*, *q r s t*, *u v x y*, etc., worein die Bundsäulen c d kommen; zwischen diesen beiden Einschnitten hat es endlich noch ein Zapfenloch O, in welches die beiden Zapfen o o, am Anfang der Bogenhölzer in Fig. 13, eingesetzt werden. Der auf der obern Seite des gedachten Holzes b, zur Einsetzung der horizontalen Bänder angebrachte Einschnitt, ergibt sich sattsam aus der Figur selbst. In den Hölzern e f, Fig. 12, befinden sich an den innern verticalen Seiten doppelte Einschnitte p q r s, t u v x, etc., durch welche die Bundsäulen c, d, gehen, und worein ferner noch das Ende des Bogens g, h, eingesetzt wird.

49. Aus den Fig. 9, 13, 15, 16 und 17, sehen wir, dass die innern Seiten der Bundsäule den Bogen berühren und in demselben auf eine gewisse Tiefe eingelassen oder eingeschnitten sind, damit

of the parts of the wood reserved in the vertical pieces E F, *ef*, and the two Notches cut into the two inding pieces A *a* B *b*, (44) : *m n o p*, show likewise those of the part reserved directly with the passing pieces C D, c d : the whole is represented by the lines e h f g, *q m*, *n r*, in the Fig. 4.

The Fig. 5, 6 and 7, represent a combination of eight pieces of timber reciprocally fastened with binding pieces. This is of no real utility, since the two last serve only to keep together some pieces already maintained by others.

46. The Fig. 5, is the horizontal projection : *i j k l*, is a parallelogram of the two Notches cut into the pieces A a, B b, to keep together the parts reserved in the pieces C c, D d, which are themselves notched in their opposite surfaces on the same lines of projection *i j k l:* the Notches and the reserves of the pieces g h, are similar and made on the same projections, as well as those of the pieces a b, that fasten them with binding pieces. The projections of the Notches and reserves of the pieces E e, E f, are marked by the lines *m n o p*.

The Fig. 6 and 7 are prospects that represent all the pieces after the insertion has been made (44, 45, 24).

Combinations of *curves* or *crooks* applied to the timber-work of a large roof, to form a semi-circular vault : particular details of the principal assemblages necessary to join the two systems or frames together. Fig. 8, 9, 10 11, 12, 13; 14, 15, 16, 17 et 18.

Observation. 1° The Fig. 8 is a horizontal description, taken from the line of the bay of joists in the roof, and the Fig. 14, is a similar description but commencing on a level line with the second Platform;

2° The piece A *A* belongs to no one of the systems; and though it be employed in Fig. 8 et 9, it ought only to be considered in that model as a prop or support.

47. The Fig. 8, contains the horizontal projections of the pieces : B, is a view of the upper surface of a collar or of a tie-piece; C D, is the horizontal section of the two hanging binding pieces; G H is the section at the very beginning of the two pieces that form the semi-circular arched-roof; and E E, the pieces horizontally fastening all the rafters with binding pieces.

The reserved notches and counter-notches of all those pieces have been traced and grooved as those detailed in the preceding numbers (44, 45, 46).

The Fig. 9, is the profile or projection of the said pieces, *B*, is one of the vertical surfaces of the Collar; C, is one of the surfaces of a hanging binding piece; *G H*, is a surface of the two pieces which the curve or crook is composed of; *E F*, are sections of the horizontal binding-pieces (24).

48. Fig. 10 and 11. They show a view of the forms of all the parts that were cut for the Assemblages in the pieces a b. The letters *a b c d*, *e f g h*, Fig. 10, show the notch made in the piece a, for the occupation of a part of the piece b, Fig. 11; this last piece has also a notch *e f g h*, *l k j i*, which, at the point of insertion, descends on a part of the piece a : this last piece has also two mortises m n, to receive the tenons m n of the Fig. 13 : the piece b, contains besides two notches, *m n o q*, *q r s t*, *u v x y*, etc., to serve as a passage to the hanging binding pieces c d; and between these two notches, there is a Mortise, O, to receive the two tenons o o, at the very beginning of the curves in Fig. 13 : the notch cut in the upper surface of the aforesaid piece b, for the purpose of receiving the horizontal binding pieces, is sufficiently indicated by the figure itself. In the pieces e, f, Fig. 12, are also seen, in their vertical interiour surfaces, some double notches, p q r s, t u v x, etc. to serve as a passage to the hanging binding pieces c, d, as also for the occupation of the end of the curves g, h.

49. One may see in the Fig. 9, 13, 15, 16 et 17, that the surfaces which are contiguous to each other in the two pieces of the curve, have been cut in the form of a *rack* (crémaillère), that they may keep

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donne par l'opération du lévage. Des moises horisontales, I, J, sont établies pour relier ces mêmes courbes aux fermes de charpentes.

Les Fig. 14, 15, 16, 17 et 18 contiennent les divers détails à la hauteur de la deuxième enrayure.

50. Supposant la section horizontale on coupe la prise un peu au-dessus de la deuxième enrayure, sa projection horizontale sera Fig. 14; les sections des moises pendantes, C, D, auront même forme et seront dans la même position que dans la Fig. 8; les moises horizontales, L l K k, auront aussi les mêmes situations que celles F E; mais la courbure des pièces g h aura déja subi un déplacement, et leur section prise à cette dernière hauteur, fera que leur projection se trouvera ici en G H; mais on retient cet éloignement au moyen de deux moises I J, avec queue en relief réservée à leur entaille, qui entre dans des entailles faites aux courbes. Le profil, Fig. 15, indique cet assemblage à queue, des pièces g h i, etc. Les Fig. 16, 17 et 18 sont des aspects qui indiquent les entailles faites aux moises pendantes c d, celles pour le passage des moises k l, et celles d'attraction I J.

PLANCHE V.

Seconde Section.

Traits de Jupiter.

Les entures plus composées que celles précédemment détaillées (17, 18, 19, 20 et 21, ont reçu des praticiens le nom particulier de *Traits de Jupiter*. Cette sorte d'assemblage doit être exécutée d'après la solution de la question suivante.

Question. Combiner à leur interruption, par le choix des surfaces taillées, les fibres de la substance ligneuse de deux pièces de bois, de manière que celles retranchées à l'une soient remplacées par la résistance de celles réservées à l'autre, et qu'en outre, ces formes les empêchent de s'abandonner à leur densité et à leur désunion.

Les pièces que l'on peut voir dans les ouvrages exécutés qui ont reçu cet assemblage; les modèles et dessins que possèdent plusieurs artistes, prouvent qu'on a avidement recherché diverses combinaisons pour exécuter cet assemblage: chaque artiste a tracé la forme dont la convenance s'est présentée favorablement à sa méditation; mais la théorie générale de cet assemblage, principalement pour les pièces horizontales, est restée incomplète.

Assemblage par biscutailles simples et obliques avec une clé. Fig. 1, 2, 3 et 4.

Exemple Ier.

51. Fig. 1 et 2. Projection horizontale et verticale des deux pièces A B; *A*, *B*, mise dedans.

Fig. 1, *a b c d*, *e f g h*, projection des petites coupes d'about; *i j k l*, *m n o p*, projection des quatre arêtes de la clé.

Fig. 2. Ces arêtes et ces coupes sont représentées pour la pièce A par les lettres d a, a *k*, *k l*, *l* e, e h, et pour la pièce B par les lettres h e, e *j*, *j i*, *i* a, a d.

La Fig. 3 est un aspect qui montre les formes des parties taillées à la pièce a avec les mêmes lettres qu'à la description horizontale et la Fig. 4 montre celles taillées à la pièce b.

Exemple II.

52. Les Fig. 5, 6, 7 et 8 sont les détails d'un pareil assemblage (51) mais auquel on a réservé des tenons aux abouts qui entrent dans des mortaises évidées (4) pour les recevoir, et qui empêchent tout glissement l'une sur l'autre des surfaces tail-

TABELLE V.

Abschnitt II.

Von den blitzförmigen Einschnitten und Zusammensetzungen.

Diejenigen Einschnitte, welche zusammengesetzter sind, als die in N° 17, 18, 19, 20 und 21 erklärten, werden von den Baukundigen mit dem besondern Namen Blitzschnitte belegt, die Art une Weise dieser Zusammensetzung ergibt sich aus folgendem Theorem.

Die Fasern zweier Hölzer werden da, wo sie durch die Dazwischenkunft geschnittener Flächen unterbrochen werden, so gestellt, dass die an dem einen Holze gelassenen Theile, durch ihren Widerstand, die an dem andern Holze abgeschnittenen ersetzen, und zwar ohne dass sie dadurch weder von ihrer Kraft verlieren noch ausweichen.

Die nach diesem Plane ausgeführten Zimmerwerke, so wie die Zeichnungen und Risse, welche mehrere Baumeister darüber gefertigt haben, beweisen, mit welchem Eifer man diese Zusammensetzung durch die mannigfaltigsten Verbindungen auszuführen gesucht hat. Ein jeder Künstler hat die Gestalten derselben so entworfen, wie sie ihm die schicklichsten zu seyn schienen; nichts destoweniger kann aber die allgemeine Theorie dieser Zusammensetzungen, besonders bei horizontalen Hölzern, noch keineswegs als vollständig betrachtet werden.

Zusammensetzung mit zwei einfachen schrägen Zähnen, nebst einem Keile. Fig. 1, 2, 3 und 4.

Die hieher gehörigen Exempel sind folgende.

Exempel I.

51. Die 1 und 2 Fig. enthält die horizontale und verticale Vorstellung der beiden Hölzer A B, *A*, *B*, nebst ihrer Einsetzung.

In der Fig. 1 sieht man die kleinen Endeinschnitte *a b c d*, *e f g h*, so wie die vier Ecken des Keils bei *i j k l*, *m n o p*.

Fig. 2. Bei dem Holze A sind die Ecken und Einschnitte mit den Buchstaben d a, a *k*, *k l*, *l* e, e h, und bei dem Holze B, mit den Buchstaben h e, e *j*, *j i*, *i* a, a d, bezeichnet.

In der 3 Fig. ist die Gestalt der in a eingeschnittenen Theile mit den nämlichen Buchstaben bemerkt, wie bei der horizontalen Vorstellung; die 4 Fig. stellt die eingeschnittenen Theile des Holzes b vor.

Exempel II.

52. Die Fig. 5, 6, 7 und 8, enthalten zwar dieselben Zusammensetzungen (51); allein an den Enden sind Zapfen angebracht worden, welche in die dazu gehörigen Zapfenlöcher (4) eingesetzt werden, dadurch können die Hölzer nicht auseinander tre-

PLATE V.

Section II.

Jupiter's Traits.

The *Scarfs* which are more complicated than those hitherto spoken of (17, 18, 19, 20 and 21) have received from practitioners the particular name of *Jupiter's Traits*.

This sort of Assemblage is to be executed agreeable to the solution of the following Theorem.

Theorem. To combine at their interruption, by the choice of the notched surfaces, the fibres of the ligneous substance of two pieces of timber, in such a manner that those parts retrenched in the one be replaced by the resistance of the parts reserved in the other, and that, besides, those forms may prevent their giving way either towards their density or towards their disjunction.

The pieces that are to be seen in the works which have been executed with this Assemblage, and the models and draughts in the possession of several artists, prove that various combinations have been eagerly sought to execute this Assemblage: the different artists have traced the form which they thought most proper, agreeable to their meditations; but the general theory of this Assemblage, especially with regard to the horizontal pieces, is as yet incomplete.

Assemblage with Bipartite-notches, both plain and oblique, with a Key to it. Fig. 1, 2, 3 and 4.

Example I.

51. The Fig. 1 and 2, represent the horizontal and vertical projection of the two pieces A B; *A B*; the insertion being made.

In Fig. 1, *a b c d*, *e f g h*, show the projection of the little shelving cuts; *i j k l*, *m n o p*, show the projection of the four edges of the Key.

Fig. 2. These edges and cuts are represented for the piece A, by the letters d a, a *k*, *k l*, *l* e, e h, and for the piece B, by the letters h e, *e j*, *j i*, *i* a, a d.

The Fig. 3, is a view that shows the forms of the parts cut into the piece a, with the same letters as in the horizontal description; and the Fig. 4, shows those that are cut into the piece b.

Example II.

52. The Fig. 5, 6, 7 and 8, are the details of a similar Assemblage (51) but some tenons have been reserved at the shelving abutments which enter some grooved mortises (4) that are to receive them; they thereby prevent the sliding of the notched

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lées, sur-tout pendant qu'on les rapproche par l'effort des plans inclinés de la clef. Ces figures, contenant les mêmes lettres que celles du I^er^ Exemple, n'ont pas besoin d'une nouvelle explication. Les lettres *opqr, stuv*, indiquent dans la Fig. 5 les projections des tenons réservés.

Exemple III.

53. Même assemblage, Fig. 9, 10, 11 et 12; mais, à une des surfaces taillées obliquement de chaque pièce, on a réservé une nervure *mnop, qrst*, Fig. 9, qui entre dans une entaille évidée (4) à l'autre pièce, et les deux abouts taillés à angle saillant, *fed, lkj*, Fig. 9*, vont occuper les évidements à angles rentrants aux abouts des entailles f e b, l k g, Fig. 10, comme font les tenons de l'exemple précédent (52).

Observation. Il faut avoir soin de faire l'entaille plus longue que la nervure qu'elle doit recevoir, de toute la largeur de la clef, et de porter cette augmentation entièrement du côté de la clef; car il faut que la nervure entre dans son entaille avant que l'effet de la clé n'ait achevé la mise-dedans.

Exemple IV.

54. Fig. 13, 14, 15 et 16. Autre assemblage ayant même nombre d'entailles, mais inversement inclinées à celles des trois premiers exemples qui précèdent. L'about réservé à la pièce B, a ses deux entailles de jonction à double surface; une arête en relief *okn* dans le milieu de la largeur de l'entaille, aussi appelée à *dos-d'âne*, et le tout va occuper des recreusements semblables évidés dans l'autre pièce. La pièce A, au lieu d'un dos-d'âne pareil, a une nervure réservée à la face de l'entaille h e, et une e p, à son about Fig. 14, qui entrent aussi dans des entailles évidées dans la pièce B.

Observation. Afin d'effectuer la mise-dedans, il est nécessaire de faire dans le *dos-d'âne*, du côté de la clef, une entaille égale à la largeur de ladite clef, et cette entaille, qui doit recevoir la nervure longitudinale, doit être alongée.

Assemblage par trisentailles simples et obliques, avec deux clefs, tenon d'about, et étriers à boulons avec subande, Fig. 17, 18, 19 et 20.

Exemple V.

55. La Fig. 17 est la projection horizontale dudit assemblage. Les coupes d'abouts avec tenons réservés sont indiquées par *a b c d e f g h, i j k l m n o p*, et les clefs par *q r s t, u v x y*. La projection verticale, Fig 18, montre la disposition des coupes taillées et les sections des grosseurs des clefs, avec les mêmes lettres: les Fig. 19 et 20 sont des aspects présentant les détails des deux bouts façonnés avant leur mise-dedans.

Assemblage par quadrisentailles simples et obliques, avec deux clefs compagnes, tenon d'about avec étriers à œil, et boulons à clavette. Fig. 21, 22, 23 et 24.

Exemple VI.

56. Cet assemblage diffère du précédent en ce que la longueur des parties qui se recouvrent est divisée en quatre entailles, et que les deux clefs ont été mises à côté l'une de l'autre dans un même vide; mais le bout large de l'une est placé près le bout étroit de l'autre, ce qui permet de tailler à l'équerre les deux épaulements des entailles qui les touchent et qui reçoivent l'effort de leurs pressions.

PLANCHE VI.

Assemblage par entaille simple, avec deux clefs deux boulons, et un tiran de fer en étrier. Fig. 1, 2, 3 et 4.

ten, welches vorzüglich dann leicht der Fall seyn kann, wenn solche durch die Gewalt des Keils an einander getrieben werden. Da diese Figuren mit denselben Buchstaben wie vorstehend im I Exempel beseichnet sind, so wäre es überflüssig dieselben hier nochmals zu erklären. In der 5 Figur ist die Vorstellung der gelassenen Zapfen durch die Buchstaben *opqr, stuv*, angedeutet.

Exempel III.

53. Die nämliche Zusammensetzung findet auch bei der 9, 10, 11, und 12. Fig. Statt, nur dass man bei jedem Holze, und zwar auf einer der schief geschnittenen Seiten desselben, eine Rippe *mnop, qrst*, Fig. 9 gelassen hat; selbige füllt den Einschnitt oder Nuthe (4) im andern Holze aus, die beiden, am vorspringenden Winkel *fed, lkj*, in Fig. 9 angebrachten Kämme, werden in die Einschnitte an den Enden f e b, l k g, Fig. 10, auf dieselbe Weise, wie die Zapfen in N° 52, Exempel II, eingesetzt.

Bemerkung. Der Einschnitt muss länger als die Rippe seyn, das heisst, er muss ausser der Länge der Rippe, noch die Länge der Breite des Keils haben, die Richtung dieser Verlängerung geschieht nach der Seite des Keils, und die Rippe muss bereits eingesetzt seyn, ehe die gänzliche Einsetzung des Keils geschehen kann.

Exempel IV.

54. Fig. 13, 14, 15, und 16. Diese Zusammensetzung enthält eben so viele Einschnitte wie in den Exempeln I, II und III; allein in entgegengesetzter Richtung. Das am Holze B gelassene Ende hat zwei Einschnitte mit doppelter Fläche; eine erhabene Spitze *o k n*, Mitten in der Breite des Einschnittes, welche auch Eselsrücken genannt wird. Das Ganze wird in die am andern Holze angebrachten Einschnitte eingesetzt. Das Holz A, hat anstatt eines ähnlichen Eselsrückens, eine Rippe an der Seite des Einschnittes h e, und eine zweite e p, an seinem Ende, Fig. 14. Die Einsetzung geschieht in die in dem Holze B angebrachten Einschnitte.

Bemerkung. Um die Einsetzung bewirken zu können, muss der Einschnitt in den Eselsrücken auf der Seite des Keils gemacht werden. Dieser Einschnitt muss eben so breit als der Keil, und ausserdem, so lang als die längliche Rippe seyn, welche in denselben eingesetzt wird.

Zusammensetzung mit drei einfachen schrägen Zähnen nebst zwei Keilen, Endzapfen und Bolzenbändern, Fig. 17, 18, 19 und 20.

Exempel V.

55. Die 17. Fig. enthält die horizontale Abbildung dieser Zusammensetzung. Die Endeinschnitte und gelassenen Zapfen sind mit den Buchstaben *a b c d e f g h, i j k l m n o p*, und die Keile mit *q r s t, u v x y*, angedeutet. Die 18. Fig. zeigt die Gestalt der Einschnitte und der Keile vertical, und mit den nämlichen Buchstaben an. In der 19. und 20. Fig. sieht man zwei eingeschnittene, aber noch nicht eingesetzte Enden.

Zusammenzetzung mit vier einfachen, schrägen Zähnen, nebst doppelten Keilen, Endzapfen mit Augenbändern, welche durch eiserne Bolzen geschlossen werden. Fig. 21, 22, 23 und 24.

Exempel VI.

56. Diese Zusammensetzung unterscheidet sich von der vorstehenden dadurch, dass die Länge der auf einander liegenden Theile in vier Einschnitte getheilt ist, und dass die beiden Keile in dieselbe Oeffnung dergestalt neben einander eingelegt werden, dasss das breite Ende des einen, neben dem schmalen Ende des andern zu liegen kommt, weshalb auch die beiden an diese Keile anstossenden Stirnen der Einschnitte, in welche jene angepresst werden, die Gestalt eines Winkels bekommen können.

TABELLE VI.

Zusammensetzung mit einfachem Einschnitte, nebst zwei Keilen, zwei Schrauben, und einem eisernen Bande, Fig. 1, 2, 3 und 4.

surfaces one over the other, especially at the time when they are pressed near by the efforts of the inclined plans of the Key. Those figures containing the same letters as those in Example I, there is no need of a new explanation. The letters *opqr, stuv*, show in the Fig. 5 the projections of the tenons that were reserved.

Example III.

53. In the Fig. 9, 10, 11 and 12, is seen the same Assemblage, but, in one of the surfaces obliquely cut in each piece, a Nerve has been reserved *mn op, qrst*, Fig. 9, which enters a notch grooved (4) in the other piece, and the two abutments cut with saliant angles, *fed, lkj*, Fig. 9, are made to occupy the grooves with reentrant angles at the shelving abutments of the notches f e b, l k g, Fig. 10, as the tenons do in the preceding example (52).

Observation. Care must be taken to make the Notch longer by the whole breadth of the key, than the nerve it is about to receive, and to let that increase lie entirely on the side of that key; for the nerve must enter the notch before the effect of the key has finished the insertion.

Example IV.

54. The Fig. 13, 14, 15 and 16, represent another Assemblage having the same number of notches, but inversly inclined to those in the three preceding examples. The shelving abutment that has been reserved in the piece B, has its two notches of junction with a double surface; and an edge in relievo *okn*, in the middle of the breadth of the notch, which goes also by the name of *bent-back;* their purpose is to occupy similar grooves made into the other piece. The piece A, instead of a *bent-back*, as above, has a nerve reserved in the surface of the notch h e, and another nerve e p, at its shelving abutment, Fig. 14, which also enter some notches grooved into the piece B.

Observation. In order to effect the insertion, it is necessary to cut in the *bent-back*, on the side of the key, a notch equal to the breadth of the said key, and that notch, which is to receive the longitudinal nerve, must be lengthened.

Assemblage with *Tripartite-notches*, both *plain* and *oblique*, with two Keys, a tenon at the shelving abutment, iron-hooks with bolts, and an *upperband*. Fig. 17, 18, 19 and 20.

Example V.

55. The Fig. 17 is the horizontal projection of the said Assemblage; the shelving abutments, with tenons reserved, are indicated by *a b c d e f g h, i j k l m n o p*, and the Keys by the letters *q r s t, u v x y*. The vertical projection, Fig. 18, shows the dispositions of the notches, and the sections show the bigness of the Keys, and are marked with the same letters: the Fig. 19 et 20, are views representing the two ends fashioned previous to their insertion.

Assemblage with *Quadripartite-notches*, both *plain* and *oblique*, with two *fellow* or *twin-Keys*, *square tenons* with *eyed iron-hooks*, and *bolts* with *pins*. Fig. 21, 22, 23 and 24.

Example VI.

56. This Assemblage differs from the preceding one in so much that the length of the parts that wrap over one another is divided into four notches, and because the two Keys have been put by the side of each other in the same void space, but the broad end of one of them is placed by the narrow end of the other, whereby it is easy to cut square the two epaulments of the notches that touch them, and that bear the effort of their pressure.

PLATE VI.

Assemblage with a single-notch, together with *two Keys, two bolts*, and an *iron-collar*, in the form of a *hook* (étrier), Fig. 1, 2, 3 and 4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exemple VII.

57. Fig. 1 et 2. Projections horizontale et verticale de deux pièces A, B, *A*, *B*, mises dedans : *af*, bout de la pièce B coupé quarrément, mais avec un tenon réservé, *bc*, *de*, et b c; le bout de la pièce A est aussi coupé quarrément, *gi*, avec réserve d'un tenon, *hijk* et i h : les grandes entailles sont évidées parallèlement et à mi-bois ; mais au milieu, on évide encore deux entailles pour mettre les deux clefs, *mnts*, *opqr* et m p. Les Fig. 3 et 4 sont les aspects des parties taillées aux pièces a, b (51).

Exemple VIII.

58. Fig. 5, 6, 7 et 8. Deux sortes d'assemblages, un supérieur et l'autre inférieur, sont ici appliqués à la réunion du bout des deux pièces A B; les Fig. 5 et 6 en sont les projections horizontale et verticale; la pièce B est réservée de toute son épaisseur depuis sa surface supérieure jusqu'au milieu de sa hauteur; son bout est taillé quarrément en *c d*, c f, avec une petite entaille pour recevoir la moitié de la largeur de la clef *g h i j*, dont l'autre moitié de ladite largeur est reçue dans une pareille entaille à la pièce A. Au-dessous de cette première réserve à la pièce B, est une entaille évidée quarrément de *k* en *l*, oblique de *l* en *m*, et quarrée de *m* en *n*, avec réserve d'une queue projetée *m n o p*, plus une entaille dont la projection est *k l r q*. A la pièce A, une entaille, c f s, est faite sur toute son épaisseur; et au bout, s t, une queue u v est réservée selon sa projection *k l r q*. Sur l'épaisseur de la partie réservée, on a fait une autre entaille, *l m n*, pour recevoir la partie réservée à la pièce B, ainsi que sa queue projetée en *m n o p*, et pour laquelle il faut aussi évider une entaille dans ladite pièce A, où elle est projetée en x y. Le rapprochement des deux pièces se fait par un mouvement horizontal ; un boulon achève la mise-dedans. Les Fig. 7 et 8 sont des aspects montrant les formes détaillées de chaque pièce.

Exemple IX.

59. L'assemblage détaillé aux Fig. 9, 10, 11 et 12 a sa hauteur pareillement divisée en deux : mais il diffère en ses détails. Le bout de la pièce B a un tenon enlacé aulieu d'un entaille de clef; les entailles faites sur l'épaisseur ont dans leur milieu une clef Z z, et aux abouts, des tenons u v x y, et la mise-dedans s'effectue par un mouvement longitudinal.

Exemple X.

Fig. 13, 14, 15 et 16. Les quatorze surfaces taillées aux bouts des deux pièces de bois présentent chacune une de leurs arêtes dans la projection verticale, Fig. 14 ; ces arêtes sont indiquées deux à deux par les lignes d a, a e, e h, h p, p m, m i, i l, et c'est de la Figure que forme la disposition de ces lignes qu'on présume qu'est venu le nom donné à cette classe d'assemblages, parce que les peintres ont employé pour représenter la foudre des signes qui approchent de cette Figure.

6o. Les Fig. 13 et 14 sont les projections horizontale et verticale dudit assemblage ; *a b*, *c d* et *e f*, *g h*, sont les projections des coupes taillées à l'about de la pièce A dont les inclinaisons sont marquées par les lettres d a, a e, e h, Fig. 14 ; et les lettres *i j*, *k l*, *m n*, *o p*, celles de l'about de la pièce B aussi marquées, Fig. 14, par les lettres l i, i m, m p : les deux parties taillées p h, qui se touchent, ont leurs surfaces parallèles à celles du dessus et du dessous des pièces de bois. Le tout est fixé au moyen de deux boulons et d'un étrier en fer.

Les Fig. 15 et 16 en sont les aspects (51),

Exempel VII.

57. Die 1. und 2. Fig. stellt die horizontale und senkrechte Ansicht zweier Hölzer A B, *A B*, nebst ihrer Einsetzung vor : *a f*, ist das viereckig geschnittene Ende des Holzes B, an welchem zugleich der Zapfen *b c*, *d e*, und b c angebracht ist; das Ende des Holzes A, ist ebenfalls viereckig geschnitten, *g*, *i*, und hat auch seinen Zapfen, *h ij k*, und *i h*. Die grossen Einschnitte sind parallel und in halbe Holzhöhe dergestalt geschehen, dass in der Mitte derselben noch zwei andere Einschnitte zur Einlegung der beiden Keile *m n t s*, *o p q r*, und m p angebracht sind. Die 3. und 4. Fig. zeigt die Einschnitte in den Hölzern a, b (51).

Exempel VIII.

58. Die Fig. 5, 6, 7 und 8 enthalten zwei Arten von Zusammensetzungen, eine obere und eine untere, welche zur Vereinigung des Endes der beiden Hölzer A B angewendet werden. In der 5. und 6. Fig. sieht man sie horizontal und perpendicular vorgestellt. Das Holz B, ist von oben bis in die Mitte in seiner ganzen Stärke gelassen worden. Das viereckig geschnittene Ende desselben ist in c d, c f vorgestellt; es enthält zugleich einen kleinen Einschnitt, in welchen die halbe Breite der Nadel g h i j, eingelegt wird; die andere Hälfte dieser Breite kommt in einen ähnlichen Einschnitt in A. Unter diesem ersten, im Holze B gelassenen Blatte, befindet sich ein von *k* bis *l*, viereckig, von *l* bis *m*, schräg, und von *m* bis *n*, wieder viereckig geschnittener Einschnitt, nebst Kamm *m n o p*, und einem andern Einschnitt *k l r q*. Im Holze A ist ein Einschnitt c f s auf die ganze Dicke desselben gemacht worden ; am Ende s t, ist ein Kamm u v, nach seinem Durchschnitt *k l r q*, gelassen worden. An der Dicke des gelassenen Blattes ist ein zweiter Einschnitt *l m n*, gemacht worden, in welchen das im Holze B, gelassene Blatt eingesetzt wird, so wie der in *m n o p*, vorgestellte Kamm desselben, für welchen ebenfalls ein Einschnitt in dem Holze A, wo derselbe bei x y, vorgestellt ist, gemacht werden muss. Die Zusammensetzung der beiden Hölzer geschieht in horizontaler Richtung, worauf sodann die Einsetzung durch eine Nadel vollendet wird. In der 7. und 8. Fig. sieht man die Gestalt eines jeden einzelnen Holzes.

Exempel IX.

59. Die Höhe der in der 9, 10, 11 und 12. Fig. abgebildeten Hölzer ist zwar ebenfalls in zwei Theile getheilt ; allein diese Zusammensetzung zeichnet sich durch gewisse Eigenheiten aus. Das Ende des Holzes B, hat keine Nadel, sondern einen vernagelten Zapfen. Die auf der Dicke gemachten Einschnitte haben in der Mitte einen Keil Z z, und an den Enden die Zapfen u v x y. Die Einsetzung geschieht der Länge nach.

Exempel X.

Fig. 13, 14, 15 und 16. Die vierzehn an den Enden der beiden Hölzer geschnittenen Seiten stellen jede eine von ihren Spitzen vertical in Fig. 14 dar ; diese Spitzen sind zwei und zwei durch die Linien d a, a e, e h, h p, p m, m i, i l, vorgestellt; es scheint übrigens dass die Gestalt dieser Linien zur Benennung dieser Zusammensetzung Veranlassung gegeben hat; denn die Linien, durch welche die Maler den Blitz vorzustellen pflegen, hat mit jener Gestalt einige Aehnlichkeit.

6o. Die Fig. 13 und 14 enthalten die horizontale und verticale Vorstellung dieser Zusammensetzungen; *a b*, *c d*, und *e f*, *g h*, sind die in das Ende des Holzes A, gemachten Einschnitte, deren sich neigende Richtung durch die Buchstaben d a, a e, e h, in Fig. 14 angedeutet ist. Die Buchstaben *i j*, *k l*, *m n*, *o p*, sind die am Ende des Holzes B, gemachten Einschnitte, welche ebenfalls in Fig. 14 durch die Buchstaben l i, i m, m p, angezeigt sind. Die Flächen der beiden eingeschnittenen Theile p h, welche an einander anstossen, sind mit den obern und untern Flächen der Hölzer parallel. Das Ganze wird endlich durch zwei Schrauben, und ein eisernes Band befestigt. Die Ansicht dieser Zusammensetzung befindet sich in der 15. und 16. Fig. (51).

Example VII.

57. The Fig. 1 and 2, are the horizontal and vertical projections of two pieces A, B; *A*, *B*, with the insertion made : *af*, is the end of the piece B, cut square, but with a tenon reserved, *bc*, *de*, and b c; the end of the piece A is also cut square, *gi*, with the reserve of a tenon, *hijk*, and i h : the larger notches are grooved in parallel lines half way into the wood ; but, in the middle part, two more notches are cut to insert the two keys, *mnts*, *opqr*, and m p. The Fig. 3 and 4, are the views of the parts cut into the pieces a, b, (51).

Example VIII.

58. Fig. 5, 6, 7 and 8. Two sorts of Assemblage, viz : an upper one and a lower one, are here applied to the junction of the end of the two pieces A B : the Fig. 5 and 6 are the horizontal and vertical projections of the same ; the whole thickness of the piece B, is kept undiminished, from its upper surface, up to the middle of its height : its end is cut square in *c d*, c f, with a small notch for the purpose of receiving half of the breadth of the key *g h i j*, and the other half of the said key is received in a similar notch in the piece A. Below this first reserve in the piece B, is a notch *cut square* from *k* to *l*, it is *cut oblique* from *l* to *m*, and *square* from *m* to *n*, with the reserve of a projected tail *m n o p*, and moreover a notch the projection of which is *k l r q*. In the piece A, a notch c f s is made on the whole length of its thickness ; and at the end, s t, a tail, u v, is reserved agreeable to its projection *k l r q*. On the thickness of the part reserved, another notch has been cut in *l m n*, to receive the part reserved in the piece B, as well at its tail projected in *m n o p*, and for which a notch must also be grooved in the said piece A, where it is projected in x y. The drawing together of the two pieces is made by an horizontal motion, and a bolt finishes the insertion. The Fig. 7 and 8 are views showing the detailed forms of each piece.

Example IX.

59. The Assemblage detailed in the Fig. 9, 10, 11 and 12, has likewise its height divided into two parts, but it differs in the details : the end of the piece B, has a tenon bolting into its mortise, instead of a key-notch ; the notches cut into the thickness of the timber have in the middle of them a key Z z, and at the shelving abutments, some tenons u v x y, and the insertion is effecte dby a longitudinal motion.

Example X.

Fig. 13, 14, 15 and 16. The fourteen surfaces cut at the ends of the two pieces of timber present each of them one of their edges in a vertical projection, Fig. 14 ; those edges are indicated two by two by the lines, d a, a e, e h, h p, p m, m i, i l : and it is from the figure formed by the disposition of those lines, it is supposed the name has been given to that class*is* of Assemblages, because painters have used, to represent the meandering of the thunderbolt, signs nearly similar to that figure.

6o. The Fig. 13 and 14, are the horizontal and vertical projections of the said Assemblage ; *a b*, *c d*, and *e f*, *g h*, are the projections of the sections cut at the shelving abutment of the piece A, the inclinations of which are marked by the letters d a, a e, e h, Fig. 14; and the letters *i j k l*; *m n o p*, are those of the shelving abutment of the piece B, also marked Fig. 14, by the letters l i, i m, m p. The two cut parts p h, that touch each other, have their surfaces parallel to those of the upper and under parts of the pieces of timber. The whole is made fast by means of two bolts and an iron-hook.

The Fig. 15 and 16, are the views of these, (51).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exemple XI.

Assemblage à cinq entailles avec deux clefs compagnes et deux étriers en fer, Fig. 17, 18, 19 et 20.

61. Cet assemblage diffère peu du VI^e Exemple (56). Les Fig. 17 et 18 en sont les projections horizontale et verticale. A la Fig. 18 on voit que le joint j u des entailles du milieu, est à mi-bois, et que chaque clef a une de ses rives recreusées en gueule, pour maintenir en joint les deux surfaces. Les deux dernières entailles de chaque bout sont à angles saillants, aulieu d'être à l'équerre.

Les Fig. 19 et 20 sont des aspects représentant les deux bouts taillés, avant la mise-dedans.

Exemple XII.

Fig. 21, 22, 23 et 24. Assemblage ayant même nombre d'entailles et de clefs que le précédent, mais garni de quatre étriers de fer. Nous faisons observer seulement que le joint des entailles du milieu est, comme à l'autre Exemple, parallèle aux arêtes des pièces, ainsi que les deux joints suivants, qui sont obliques à l'autre; les abouts sont semblables, ainsi que les clefs.

PLANCHE VII.

Troisième Section.

ARMATURES DES POUTRES.

Lorsque les distributions d'un édifice forcent à établir des planchers d'une très-grande dimension, et que les pièces données par la nature sont trop flexibles pour le fardeau à supporter, ou trop courtes pour l'espace à remplir, on y supplée par l'art. Le moyen qu'on a employé pour cela, est la combinaison de plusieurs pièces de bois, connue sous le nom de *poutres armées* (*). Dans la pratique, le nom de *portée* indique la distance d'un mur à l'autre; et d'autres faits, la portion de la longueur de la poutre qui entre dans le mur : dans ce dernier cas, ce nom est quelquefois remplacé par celui de *scellement*.

Exemple I^er.

62. Fig. 1, 2 et 3. Poutre composée de deux pièces de bois A B, qui se recouvrent l'une à l'autre; mais leurs surfaces de contact sont taillées en crémaillère, avec vides pratiqués pour recevoir les clefs de pression. Dans cet Exemple la projection horizontale, *Fig.* 1, fait voir les sept écroux des boulons, et les trois lignes tracées pour donner à chacune des entailles des clefs la forme de coins. La Fig. 2, ou projection verticale, montre les arrêtes des surfaces taillées en crémaillère (4), le bout des clefs, et la longueur des boulons. La Fig. 3 est une section ou coupe prise sur la ligne a b; elle contient la hauteur et l'épaisseur de la poutre, la hauteur d'une entaille de clef, et un boulon.

Exemple II.

63. Fig. 4, 5, et 6. Ce second Exemple est une poutre composée de trois pièces de bois, Fig. 4, placées à côté l'une de l'autre (24). Les quatre surfaces verticales qui se touchent sont aussi taillées en crémaillère, comme on le voit dans la projection horizontale, même Figure; mais les épaulements

(*) M. Viel, architecte des hospices de Paris, pour établir des poutres très-longues, sous des fardeaux considérables, a réuni avantageusement dans leur construction, le fer et le bois très-bien combinés.

Exempel XI.

Zusammensetzung mit fünf Einschnitten, nebst zwei Verbindungskeilen, und zwei eisernen Bändern.

61. Fig. 17, 18, 19 und 20. Diese Zusammensetzung ist von der im VI. Exempel (56) erklärten, wenig unterschieden. Die horizontale und senkrechte Ansicht derselben, ist in der 17. und 18. Fig. enthalten. Bei dieser lezten Figur sieht man, dass die Fuge J U, der in der Mitte befindlichen Einschnitte, bis in halbe Holzhöhe geht, und dass die Keile an der einen Seite eine schwalbenschwanzförmige Nuthe haben, wodurch die beiden Hölzer besser zusammengehalten werden. Die beiden Fugen am Ende der Hölzer, bilden keinen geraden, sondern einen vorstossenden Winkel.

Die Fig. 19 und 20 stellen die beiden eingeschnittenen Enden vor ihrer Zusammensetzung vor.

Exempel XII.

Die in der 21, 22, 23 und 24. Fig. enthaltene Zusammensetzung hat zwar die nämliche Anzahl von Einschnitten und Keilen, selbige sind aber überdiss noch mit vier eisernen Bändern versehen. Auch steht die Fuge der in der Mitte befindlichen Einschnitte ebenfalls parallel mit den Seiten der Hölzer, wie vorstehend beim XI. Exempel.

Ein Gleiches gilt von den zwei folgenden Fugen, welche eine mit der andern schräg stehen. Die Enden und Keile sind von derselben Beschaffenheit.

TABELLE VII.

Abschnitt III.

Von der Verbindung der Balken mit Eisen.

Macht die Eintheilung eines Gebäudes sehr grosse Decken nothwendig, und sind die dazu bestimmten Balken entweder von Natur zu biegsam um starke Lasten zu tragen, oder nicht lang genug, um von einem Ende zum andern zu reichen, so muss die Kunst diesem Mangel abhelfen. Dies geschicht nun vermittelst der sogenannten beschlagenen, oder mit Eisen verbundenen Balken (*).

Der Abstand von einer Mauer zur andern heisst in der Praxis die Länge des Balkens (portée). Dieses Wort bezeichnet bisweilen aber auch den Theil des Balkens, wo derselbe in die Mauer eingesetzt wird; man bedient sich alsdann auch oft bloss des Wortes Einsatz.

Wir führen hier folgende Exempel von solchen mit Eisen verbundenen Balken an.

Exempel I.

62. Fig. 1, 2 und 3. Der hier vorgestellte Balken besteht aus zwei Hölzern A, B, welche über einander aufliegen; die auf einander ruhenden Seiten sind zahnförmig eingeschnitten, und haben überdiss noch andere Einschnitte, in welche die Keile eingesetzt werden. In der Fig. 1 sieht man in horizontaler Abbildung, die sieben, für die Bolzen bestimmten Schraubenmütter, so wie die drei Linien für die Einschnitte zu den Keilen. Die 2. Fig. enthält die senkrecht vorgestellten Spizten der zahnförmig eingeschnittenen Seiten (4); ferner das Ende der Keile, und die Länge der Schrauben. Der Durchschnitt von der Linie a b, in der 3. Fig. zeigt de Höhe und Dicke des Balkens; ferner die Höhe eines Einschnittes zu einem Keile, und endlich eine Schraube.

Exempel II.

63. Fig. 4, 5 und 6. Der in der 4. Fig. abgebildete Balken besteht aus drei neben einander gelegten Hölzern (24). Die vier senkrechten Seiten, welche auf einander liegen, sind ebenfalls zahnförmig eingeschnitten, wie sich aus der horizontalen Vorstellung derselben Figur ergibt; allein

(*) Der bei den Pariser Spitälern ernannte Baumeister Viel, hat bei sehr langen, zur Tragung ansehnlicher Lasten bestimmten Balken, Holz und Eisen sehr zweckmäsig mit einander verbunden.

Example XI.

Assemblage with *five notches*, two *twin Keys* and two *iron-hooks*, Fig. 17, 18, 19 and 20.

61. This Assemblage differs very little from *Example* 6, (56).

The Fig. 17 and 18, are the horizontal and vertical projections of it.

In Fig. 18, one sees that the joint J U, of the middle notches is half way into the wood, that each key has one of its edges grooved afresh in *gula recta*, to keep the two surfaces fast in their joints. The two last notches at each end are with saliant angles instead of being square.

The Fig. 19 and 20, are views representing the two ends cut before the insertion has been made.

Example XII.

Fig. 21, 22, 23 and 24. This Assemblage has the same number of notches and keys as the preceding one, but with an addition of four iron-hooks. We only observe that the joint of the middle notches is, as in the former example, on a parallel line with the edges of the pieces, as well as the two joints that follow, which are oblique to the other: the shelving abutments are similar, as well as the keys.

PLATE VII.

Section III.

Iron-belted-Beams.

When the distributions of a Building require that floors of an extraordinary dimension be established, and when the pieces of timber, in their natural state, prove too weak to bear the burthen that is to be laid on them, or if they are too short for the space they are to fill up, the defect must be remedied to by art. The means hitherto employed in such cases is the combination of several pieces of timber to which the name of *Iron-belted-beams* (*) was given.

In practice, the name of *Length* (Portée) is given to the distance from one wall to another; at other times, the same word *portée* means that portion of the length of the Beam that gets into the wall; in this last case the above name is often replaced by that of *sealing*.

Example I.

62. Fig. 1, 2 and 3. A Beam composed of two pieces of timber, A B, that wrap over each other, but the surfaces that are in contact are cut with a rack, and empty spaces are left to receive the keys of pressure. In this example, the horizontal projection, Fig. 1, shows the seven female screws of the bolts, and the three lines that are traced to give each of the notches of the keys the form of a wedge. The Fig. 2, or vertical projection, shows the edges of the surfaces cut with a rack, (4) the end of the keys, and the length of the bolts. The Fig. 3, is a section taken on the line a b; it contains the height and thickness of the Beam, the height of a key-notch, and a bolt.

Example II.

63. Fig. 4, 5 and 6. This second Example represents a Beam composed of three pieces of timber, Fig. 4, placed by the side of each other (24). The four vertical surfaces that touch one another are also cut with racks, as is seen in the horizontal projection of the same figure: but the epaulments

(*) M. Viel, Architect to the Hospitals in Paris, in order to establish very long beams that are to bear considerable burthens, has very ingeniously combined iron and wood in the construction of them.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des entailles, au lieu d'être perpendiculaires à la longueur, sont obliques, en sens inverse, de chaque côté du boulon qui occupe le milieu de la poutre Fig. 5; en sorte qu'étant disposées comme les joints d'une voûte en plate-bande, les entailles des deux pièces extérieures soutiennent celles de l'intérieure contre toute flexion que le fardeau pourrait solliciter dans celle-ci. La Fig. 6 est une coupe prise sur a b (62).

Exemple III.

64. Fig. 7, 8 et 9. Deux arbalétriers, C c, sont placés dans des entailles faites aux deux faces intérieures des pièces de poutre, A B, *A B*, placées l'une à côté de l'autre (4); mais près de chacun des bouts desdites pièces sont assemblées à embrévement et tenon deux traverses d e, lesquelles reçoivent les tenons d'about desdits arbalétriers; leur about supérieur vient butter comme à un poinçon, à deux fourrures, f g, entre lesquelles on introduit la clef h pour roidir sur leur longueur lesdits arbalétriers et parer à tout effet compressif, ce qui pourrait résulter d'un fardeau abandonné à leur résistance. La Fig. 9 est pareillement une coupe prise sur a b.

Exemple IV.

65. Fig. 10, 11 et 12. Entre les deux pièces de poutres, A B, *A B*, sont des arbalétriers, C c, aussi inclinés, et buttant contre un coin commun g; mais leurs surfaces du dessous et du dessus sont taillées en crémaillères, et les entailles qui les reçoivent ont même forme (4). Ces quatre pièces sont retenues ensemble avec six boulons.

PLANCHE VIII.

Exemple V.

Fig. 1, 2, 3, 4 et 5. *Poutre armée* de 66 pieds de longueur, exécutée à la maison de ville à Amsterdam.

La Fig. 3 et 4 est une coupe qui montre déja qu'elle est composée de quatre pièces de poutre, A, B, C, D, et d'un arbalétrier inapparent, E, auxquels on a fixé avec des chevillettes les lambourdes G H, qui reçoivent les assemblages des solives du plafond; mais la longueur de chacune de ces pièces étant moindre que la longueur totale de la poutre, on a dû combiner chaque longueur particulière, de manière que l'interruption des fibres au joint du bout de deux pièces soit intermédiaire dans les autres; ces dernières considérations sont comprises au tracé des Fig. 1, 2 et 5.

66. La Fig. 1 est une description de la surface supérieure de la moitié de la longueur de la poutre: elle montre 1° que la surface de contact vertical de la pièce B est taillée en crémaillère, et que sa surface supérieure reçoit les écroux des boulons qui sont d'aplomb; 2° les projections des arbalétriers E F; 3° la surface supérieure de la pièce D, après l'évidement fait pour l'occupation des arbaletriers, plus les lignes ou projections des entailles de crémaillère à sa jonction avec la pièce A qui la recouvre; cette même pièce D occupe environ le tiers de la longueur de la poutre, et se réunit par assemblage à queue e, à celle qui en occupe le milieu.

67. Dans la Fig. 2 on aperçoit: 1° les boulons qui traversent la poutre dans le sens horizontal et dans le sens vertical; 2° que les pièces d, a se joignent aussi en crémaillère; 3° la queue d'about de la pièce d, avec un boulon particulier f, et la queue de la pièce a, aussi avec boulon particulier h.

La Fig. 5 est un aspect qui montre la réunion des pièces particulières. La pièce a, y est interrompue en i, pour laisser voir l'extrémité de la première portée de l'arbalétrier, et la pièce d, n'est point prolongée au-delà de son premier tenon d'about g, pour laisser voir une partie de l'autre portée f, du même arbalétrier.

die Stirnen der Einschnitte laufen mit der Länge nicht senkrecht, sondern schräg in umgekehrter Richtung gegen jede Seite der Schraube, welche in der Mitte des Balkens, Fig. 5, eingesetzt ist; und da der Schnitt derselben wie bei den Fugen eines Gewölbes geschehen ist, so sichern die Einschnitte der beiden äussern Hölzer, die Einschnitte des innern Holzes gegen jede Biegung, welche die Last bei diesem leztern verursachen könnte. Die 6. Fig. stellt einen von a b genommenen Durchschnitt (62) vor.

Exempel III.

64. Fig. 7, 8 und 9. Zwei Sprengriegel, C, c, sind hier in die beiden neben einander liegenden Balken A B, *A B*, eingesetzt, an deren untern Enden zu diesem Behuf Einschnitte (4) gemacht worden sind. An jedem Ende dieser Balken befinden sich überdiss noch zwei Querhölzer d e, mit Versatzungen nebst Zapfenlöchern, in welche die Endzapfen der gedachten Sprengriegel eingesetzt werden. Diese leztern laufen mit ihrem obern Ende in der Form einer Dachspitze mit doppeltem Futter f, g, zusammen, zwischen welchem der Keil h, eingetrieben wird. Dadurch bekommen diese Sprengbalken in ihrer ganzen Länge einen grössern Halt, und können dem Drucke einer Last mit besserm Erfolge widerstehen. In der 9. Fig. ist der Durchschnitt gleichfalls von a b genommen.

Exempel IV.

65. Die Fig. 10, 11 und 12 enthalten zwei Balken A B, *A B*, zwischen welchen die Sprengriegel C c, stehen; diese letztern neigen und lehnen sich ebenfalls an einen gemeinschaftlichen Keil g; allein ihre untern und obern Seiten sind zahnförmig eingeschnitten. Die Einschnitte in welche jene Seiten eingesetzt werden, sind von derselben Gestalt (4). Diese vier Hölzer werden durch sechs Schrauben zusammengehalten.

TABELLE VIII.

Exempel V.

Die Fig. 1, 2, 3, 4 und 5 enthalten die Abbildung eines 66 Fuss langen, mit Eisen verbundenen Balkens, welcher sich im Rathhause zu Amsterdam befindet.

Aus dem Durchschnitte in Fig. 3 und 4 sieht man, dass solcher aus vier Balken A, B, C, D, und aus einem nicht sichtbaren Sprengriegel E, zusammengesetzt ist. Die Stützbalken G H, auf welche die Deckenbalken zu liegen kommen, sind an gedachte Balken mit eisernen Nägeln befestigt worden. Da aber diese einzelnen Hölzer nicht so lang als der ganze Balken sind, so ist die Zusammensetzung dadurch bewirkt worden, dass zwischen den Enden zweier Hölzer ein anderes hindurch geht. Die Vorstellung davon ist aus den Fig. 1, 2 und 5 zu ersehen.

66. In der Fig. 1 sehen wir die obere Seite der halben Balkenlänge; wir sehen ferner, dass der Einschnitt im Holze B zahnförmig geschehen, und die obere Seite mit querund senkrecht stehenden Schrauben versehen ist; in E, F, sehen wir den Sprengbalken vorgestellt. Dieselbe Figur enthält endlich noch die obere Seite des Holzes D, nebst dem Einschnitt, in welchen der Sprengbalken eingesetzt wird; so wie die Linien zu den zahnförmigen Einschnitten, wodurch er mit dem Holze A, welches darauf aufliegt, verbunden wird. Das gedachte Holz D, nimmt ohngefähr ein Drittheil der Balkenlänge ein, und wird durch die Kammversatzung e, mit dem Mittelstücke verbunden.

67. Nach Masgabe der 2. Fig. gehen die Schrauben in horizontaler und senkrechter Richtung über den Balken weg. Die Hölzer d, a, sind ebenfalls zahnförmig mit einander verbunden. Der Kamm am Ende des Holzes d hat noch eine besondere Schraube f; so wie auch der Kamm am Ende des Holzes a, ebenfalls mit einer besondern Schraube h, versehen ist.

Die 5. Fig. zeigt die Zusammensetzung der einzelnen Hölzer. Die Richtung des Holzes a, ist daselbst in i unterbrochen, damit man das erste Ende des Sprengriegels sehen kann; auch hört das Holz d bei seinem ersten Endzapfen g auf, damit man einen Theil des zweiten Endes f von gedachtem Sprengriegel sehen kann.

of the notches, instead of being perpendicular with the length, are oblique, in an inverse sense, on each side of the bolt that occupies the middle part of the Beam, Fig. 5; so that being disposed in the same manner as the joints of a *plat-band Vault*, the notches of the two exteriour pieces support those of the interiour piece against any flexure the burthen might be liable to effect in the latter. The Fig. 6, is a section taken on a b, (62).

Example III.

64. Fig. 7, 8 and 9. Two principal rafters, C c, are placed in notches cut in the two interiour surfaces of the pieces of Beams, A B, *A B*, placed by the side of one another: (4) but, near each of the ends of the above pieces, are assembled with a tusk and tenon two *cross pieces* or *traverses*, d e, which receive the tenons at the shelving abutment of the said principals; their upper extremity rests as in a king-post against two *furrings*, f g, between which is introduced the key h, to strengthen on their length the said principal rafters, and remedy against every compressive effect that might be occasioned by the burthen offered to their resistance. The Fig. 9, is also a section taken upon a b.

Example IV.

65. Fig. 10, 11 and 12. Between two pieces of Beams, A B, *A B*, is a pair of principals, C c, inclined also, and resting against a common wedge g; but their undermost and uppermost surfaces are cut with a rack, and the notches that receive them are of the same form (4). These four pieces are fastened together with six bolts.

PLATE VIII.

Example V.

Fig. 1, 2, 3, 4 and 5. *Iron-belted-Beam*, 66 feet long, executed at the Town-house in Amsterdam.

The Fig. 3, is a section which evidently shows it is composed of four pieces of Beam, A, B, C, D, and of a principal rafter not apparent, E, to which have been fixed, with pegs, the *Juffers* G H, that receive the Assemblages of the joists of the ceiling; but the length of each of these pieces being less than the total length of the Beam, each particular length has been combined in such a manner, that the interruption of the fibres, in the joint which is at the end of two of the above pieces, be in an intermedial part in the two others; these last considerations are comprehended in the draught of the Fig. 1, 2 and 5.

66. The Fig. 1, is the description of the upper surface of half the length of the Beam; it shows, 1° That the surface of vertical contact of the piece *B* is cut with a rack, and that the upper surface receives the female screws of the Bolts which are level; 2° The projections of the pair of principals *E F*; 3° The upper surface of the piece *D*, after the grooving has been made for the occupation of the pair of principals; moreover, the lines or projections of the rack-notches, at the junction with the piece A which wraps over it; that same piece *D*, occupies about the third part of the length of the Beam, and is united by a tail-assemblage e, to that which occupies the middle part of it.

67. In the Fig. 2, are seen: 1° The bolts that traverse the Beam in the horizontal and vertical senses; 2° The pieces d a, are joined with a rack; 3° The tail at the shelving abutment of the piece d, with an additional bolt f, and the tail of the piece a, which has also an additional bolt h, put to it.

The Fig. 5, is a view that represents the reunion of the particular pieces. The piece a, is interrupted there in i, to let one see the extremity of the first sealing of the principal rafter; and the piece d, is not prolonged beyond its first tenon at the shelving abutment g, that one may see a part of the other sealing f, of the same principal rafter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La coupe Fig. 4 est prise sur la ligne M m, et la Fig. 3 est prise sur la ligne O o.

Exemple VI.

Fig. 6, 7 et 8. Poutre armée de 53 pieds de longueur, exécutée à la maison de ville de Maestricht.

Elle est pareillement composée de quatre pièces de poutre A, B, C, D; d'un arbalétrier E, et de deux lambourdes, F, G. Fig. 8, coupe prise sur M m.

68. La Fig. 6 est une description de la surface supérieure de la moitié de la longueur de la poutre; on y voit les écroux encastrés des boulons d'àplomb, les surfaces qui se touchent des pièces A B forment un joint droit, mais refait avec précision; et comme le cours de la pièce A est interrompu dans le dessin en *f*, on voit une portion de la surface supérieure de la pièce D; mais cette dernière portion de la surface est celle restante après l'évidement fait pour l'occupation de l'arbalétrier E.

69. La Fig. 7 montre que les joints horizontaux des quatre pièces sont taillés en crémaillère comme à l'exemple précédent; ici l'arbalétrier est aussi taillé en crémaillère.

PLANCHE IX.

Exemple VII.

Fig. 1, 2, 3, 4, 5 et 6. Poutre armée de 36 pieds de longueur, exécutée au Palais-Royal selon le procédé de M. Contant d'Yvri, architecte.

70. La Fig. 2 est une coupe prise sur la ligne M m de la Fig. 4; on y voit les sections des deux pièces de poutres A, B, bois ouvert, c'est-à-dire refendu; la section c de l'about supérieur de l'arbalétrier et celles D, E, des lambourdes; plus les deux cours de boulons. La Fig. 6 est pareillement une coupe prise sur la ligne O o de la Fig. 5; elle montre les mêmes sections des lambourdes; mais celle de l'arbalétrier C est moins élevée; on y voit aussi le profil des étriers de fer qui soutiennent les lambourdes D, E.

71. La Fig. 1 est une projection horizontale qui contient les détails de la surface inférieure, ou plafond: on y voit le dessous des solives du plafond L, L, etc., les coudes h, i, des étriers soutenant les lambourdes D, E; les dessous des pièces de poutres A, B; le dessous de l'arbalétrier C, et celui du poinçon G. La Fig. 3 est une semblable projection dans laquelle sont dessinés: les solives du plancher supérieur K, k, etc.; le dessus des mêmes pièces D', A', F', B', E'; plus les coudes supérieurs *i*, *h*, des étriers.

72. En supposant un plan en avant de l'une des lambourdes, et dont la trace est P, q, Fig. 1, la Fig. 4 est la projection verticale: on y voit les sections des solives du plafond I, I, etc.; une face de lambourde d, les coudes pendants des étriers h, i, la partie apparente a de la pièce de poutre A, et celle aussi apparente c de l'arbalétrier C; plus les sections K k, etc., des solives du plancher supérieur. Le dessin de la Fig. 5 suppose l'ensemble de deux pièces seulement, et présente la forme de l'une des faces verticales f de l'arbalétrier C, la portion apparente b' de la pièce de poutre B, la moitié du poinçon g, et les projections des solives.

Exemple VIII.

Fig. 7, 8, 9, 10, 11 et 12. Poutre armée de 38^{p} 6^{po} de longueur, placée au Palais dit *le vieux Louvre*, sous les ordres de M. Fontaine, architecte dudit palais, et exécutée par Ballu Charpentier.

73. Les droites M m, O o, Fig. 8, sont les traces des plans ou coupes dessinées Fig. 9 et 10 (70).

Les Fig. 7, 8 et 12 sont des descriptions sem-

Der Durchschnitt in der 4. Fig. ist von der Linie M, m, und in der 3. Fig. von der Linie O, o, genommen.

Exempel VI.

Der in der 6, 7 und 8. Fig. vorgestellte Balken ist 63 Fuss lang, und befindet sich im Rathhause zu Mästricht.

Er ist ebenfalls aus vier Balken A, B, C, D, aus einem Sprengriegel E, und zwei Stützbalken F, G, zusammengesetzt. Der in der 8. Fig. enthaltene Durchschnitt ist von M, m, genommen.

68. Die 6. Fig. zeigt die obere Seite der halben Balkenlänge; man sieht darin ferner die Schraubenmütter zu den senkrechten Schrauben. Die Seiten der Hölzer A B, welche an einander anstossen, bilden eine gerade und genau ausgearbeitete Fuge; und da die Richtung des Holzes A bei f unterbrochen ist, so sieht man daselbst den Theil von der obern Seite des Holzes D, welcher übrig bleibt, wenn der Einschnitt zum Sprengriegel E gemacht wird.

69. In der 7. Fig. sehen wir, dass die horizontalen Fugen bei den vier Hölzern zahnförmig, wie beim V. Exempel, eingeschnitten sind. Der Sprengbalken ist hier ebenfalls zahnförmig eingeschnitten.

TABELLE IX.

Exempel VII.

In der 1, 2, 3, 4, 5 und 6. Fig. ist ein mit Eisen verbundener Balken von 36 Fuss Länge abgebildet, welcher nach der Angabe des Baumeisters Contant d'Yvri im Palais-Royal zu Paris zusammengesetzt worden ist.

70. Der in der 2. Fig. befindliche allgemeine Durchschnitt ist von der Linie M m, in Fig. 4, genommen. Wir sehen darinn die besondern Durchschnitte der beiden auseinander liegenden Balken A B; ferner den Durchschnitt C vom obern Ende des Sprengriegels, so wie die Durchschnitte D, E, von den Stützbalken; und endlich noch die beiden Richtungen der Schrauben. Die 6. Fig. enthält ebenfalls einen allgemeinen Durchschnitt, welcher von der Linie O, o, in der 5. Fig. genommen ist. Die Durchschnitte für die Stützbalken sind dieselben: der Durchschnitt des Sprengbalkens C, ist aber nicht so hoch; die eisernen Bänder, welche die Stützbalken D, E, zusammenhalten, sind im Profil dargestellt.

71. Die horizontale Vorstellung der Fig. 1 beschäftigt sich mit der Erklärung der untern Seite, oder der Decke. Wir sehen daselbst die untern Seiten der Deckenbalken L, L, etc.; die Winkel der Bänder h, i, durch welche die Stützbalken D, E, zusammengehalten werden; die untern Seiten der Balken A, B, die untere Seite des Sprengriegels C, und des Schlussholzes G. In der 3. Fig. sind die Balken des Bodens K, k, etc., der obere Theil der Hölzer D', A', F', B', E', so wie die obern Winkel der Bänder i, h, ebenfalls horizontal vorgestellt.

72. Wenn man eine vordere Ansicht von einem der Stützbalken, welcher in P, p, Fig. 1, abgebildet ist, zeichnet, so ist die 4. Fig. die perpendiculäre Vorstellung desselben. Wir bemerken daselbst die Durchschnitte der Deckenbalken I, I, u. s. w.; ferner eine Seite des Stützbalkens d; die hängenden Winkel der Bänder h, i; den sichtbaren Theil a des Balkens A, so wie den sichtbaren Theil c des Sprengriegels C; endlich die Durchschnitte K, k, u. s. w. des obern Gebälkes. In der 5. Fig. sehen wir die zu zwei Hölzern gehörigen Stücke; nämlich: eine der verticalen Seiten f des Sprengriegels C; den sichtbaren Theil b' des Balkens B; die Hälfte des Schlussholzes g, und die Ansicht der Balken.

Exempel VIII.

Der Gegenstand der 7, 8, 9, 10, 11 und 12. Fig. ist ein 38 Fuss 6 Zoll langer mit Eisen verbundener Balken, im alten Louvre zu Paris, der von dem Baumeister Fontaine, welcher die Arbeiten in diesem Pallaste leitet, daselbst entworfen und von dem Zimmermanne Ballu zusammengesetzt worden ist.

73. Von den punktirten Linien M m, O o, Fig. 8, sieht man in der 9 und 10. Fig. (70) die Durchschnitte.

Die in den Fig. 7, 8 und 12 enthaltenen Abbil-

The Section, Fig. 4, is taken on the line M m, and the Fig. 3, is taken on the line O o.

Example VI.

Fig. 6, 7 and 8. *Iron-belted-Beam*, 53 feet long, executed at the Town-house in Maestricht.

It is likewise composed of four pieces of Beam A, B, C, D; of a principal rafter, E, and two Juffers, F, G. The Fig. 8, is a section taken on M m.

68. The Fig. 6, is a description of the upper surface of half the length of the Beam: one sees in it the fitted female screws of the level Bolts, the surfaces that touch each other in the pieces A B, form a straight joint, but it is smoothed with precision; and, as the course of the piece A is interrupted in the draught in *f*, part of the upper surface of the piece D is seen, but this last part of the surface is that which remains after the grooving has been made, for the occupation of the principal rafter, E.

69. The Fig. 7, shows that the horizontal joints of the four pieces are cut with a rack, as in the preceding Example; here the principal rafter is also cut with a rack.

PLATE IX.

Example VII.

Fig. 1, 2, 3, 4, 5 and 6. *Iron-belted-Beam*, 36 feet long, executed in the *Palais-Royal*, according to the process of *M. Contant d'Yvri*, Architect.

70. The Fig. 2, is a section taken on the line M m, in Fig. 4: one sees there the sections of the two pieces of Beams A, B, with the timber *cleft again*, or *sawed*: the section C of the superior shelving abutment of the principal rafter, and the sections D, E, of the *Juffers*; moreover, the two ranges of bolts. The Fig. 6, is also a section taken on the line O o, in Fig. 5; and shows the same sections of the juffers, but that of the principal rafter C, is less elevated: there is seen also the profile of the iron-hooks that support the juffers D, E.

71. The Fig. 1, is an horizontal projection that contains the details of the lower surface, or cieling: there are seen the undermost part of the joists in the cieling L, L, etc.; the elbows h i, of the iron-hooks that support the juffers D, D; the undermost parts of the pieces of beams A, B; the undermost part of the principal rafter C, and that of the king-post G. The Fig. 3, is a similar projection in which are delineated: the joists of the upper floor K, k, etc.; the uppermost part of the same pieces D', A', F', B', E'; moreover, the upper elbows *i*, *h*, of the iron-hooks.

72. Supposing a plan is laid before one of the juffers, the draught of which is P, p, Fig. 1, the Fig. 4, is the vertical projection of it: there are seen the sections of the joists in the cieling I, I, etc.; one side of a juffer d, the hanging elbows of the iron-hooks h, i, the apparent part a, of the piece of beam A, and the part also apparent c, of the principal rafter C; moreover, the sections K k, etc., of the joists in the upper floor. The draught of the Fig. 5, supposes the reunion of two pieces only, and presents the form of one of the vertical sides f, of the principal rafter C; the apparent part b', of the piece of beam B; half of the king-post g; and the projection of the joists.

Example VIII.

Fig. 7, 8, 9, 10, 11 et 12. *Iron-belted-beam*, 38 feet 6 inches long, placed in the Palace called *Vieux Louvre*, under the orders of M. Fontaine, architect to the said palace, and executed by M. Ballu, carpenter.

73. The dotted lines M m, O o, Fig. 8, are the traces of the plans or sections drawn in the Fig. 9 and 10 (70).

The Fig. 7, 8 and 12, are descriptions similar to

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blables à l'exemple précédent : (71, 72); l'arbalétrier C contient une nervure à chacune de ses faces verticales, la Fig. 11 en est la vue supérieure ; et le dessin suppose que les fourrures F, G, H, ne sont pas encore placées sur les pièces A, B, C.

Les pièces P Q appartiennent au demi-berceau qui est entre le plafond et la corniche.

Addition à cette troisième Section.

Notre but étant d'indiquer les considérations utiles à l'art que nous traitons, nous avons cru devoir insérer ici la remarque de quelques bons observateurs sur la compressibilité des bois qui se touchent bout à bout (abstraction faite de la dilatabilité). Sur quoi nous concluons qu'il sera toujours prudent d'introduire dans lesdites coupes des lames métalliques (plomb ou cuivre) qui empêcheront le refoulement que peut produire, à leurs rencontres, les substances médullaire et ligneuse des deux pièces de bois qui s'arcboutent.

Section IV.

Des Voûtes et des Combles composés de courbes construites avec des planches.

C'est Philibert Delorme, architecte du 16^{e} siècle, qui a publié en France ce procédé de construction, lequel consiste à réunir, sur une courbe tracée, plusieurs épaisseurs de planches courtes, taillées en joints rayonnants à leurs bouts. Il appelait indistinctement *hémicycles*, ces sortes de courbes, mais on ne peut maintenant appliquer ce nom qu'à celles qui ont pour courbure un demi-cercle, appelé aussi *plein cintre*. Pour retenir chacune desdites courbes à la place qu'elle doit occuper, on emploie des tringles que les praticiens appellent *tringles-liernes* pour les distinguer des courbes du comble conique. Les planches 10, 11, 12 et 13, contiennent plusieurs détails d'assemblage et d'ajustement usités dans cette construction.

Des Plates-formes.

74. On appelle ainsi les bois méplats disposés horizontalement pour recevoir les assemblages aux naissances des courbes : ces plates-formes sont, ou placées dans une retraite faite au mur, Fig. 1 et 3, Pl. 10 ; et Fig. 1 et 4, Pl. 11 ; ou seulement posées sur le dérasement supérieur du mur, Fig. 3 et 4, Pl. 10. Quand les courbes reposent sur des pans de bois, les sablières A et A, Fig. 1 et 6, Pl. 12, font l'office de plate-forme.

Une entaille, Fig. 1 et 4, Pl. 10 ; Fig. 1, Pl. 11 ; et Fig. 1 et 6, Pl. 12 ; ou deux entailles, Fig. 8, Pl. 10, recreusées dans les plates-formes, reçoivent les tenons des abouts aux naissances des courbes : les bouts des plates-formes sont assemblés (48).

Des Courbes.

75. Le diamètre, la montée, la forme de courbure, le fardeau qu'elles auront à soutenir, etc., sont des considérations qui doivent guider le constructeur pour déterminer la longueur des bouts de planches qu'il doit employer, de préférence à la règle pratique qui les fixe à 4 pieds ; car si la courbure est uniforme comme, par exemple, le plein ceintre, les bouts seront courts, lorsque le diamètre sera court ; et longs, lorsque le diamètre sera d'une grande étendue. Mais si la courbure est ou elliptique ou en anse de panier, les bouts de planches des arcs de naissance devraient être plus courts que ceux des arcs moyens, afin qu'il y ait moins de fibres ligneuses de tranchées, principalement dans les courbes taillées selon les traits d'intrados et d'extrados. Voyez Fig. 1, 4, 5, 6, 9 et 10,

dungen stimmen mit den in N^{r} 71 und 72 gemachten Beschreibungen völlig überein. Der Sprengbalken C, enthält überdiess noch auf jeder senkrechten Seite eine Rippe, welche in Fig. 11 von oben zu sehen ist, weil vorausgesetzt wird, dass die Futterhölzer F, G, H, noch nicht auf die Hölzer A, B, C, aufgesetzt worden sind.

Die Hölzer P, Q, gehören zum halben, zwischen der Decke nnd dem Karniesse befindlichen Bogen.

Nachträgliche Bemerkung zum dritten Abschnitt.

Das Bestreben, eine jede für praktische Zimmermannskunst erspriessliche Beobachtung, so gemeinnützig als möglich zu machen, veranlasst uns, den Lesern eine Bemerkung mitzutheilen, welche erfahrne Baukundige über die Druckkraft der mit ihren Enden verbundenen, oder an einander stossenden Hölzer gemacht haben. Wir bemerken diesem zufolge, dass es jederzeit sehr rathsam sey, Metallblätter (Blei oder Kupfer) in die Einschnitte einzulegen, wodurch das Eindrücken oder Einfressen der sich berührenden Hölzer verhindert wird.

Abschnitt IV.

Von den bogenformigen aus Bretern oder Bohlen erbauten Gewölben und Dachstühlen.

Der Baumeister Philibert Delorme, welcher im sechzehnten Jahrhunderte lebte, hat diese Bauart zuerst in Frankreich eingeführt. Dieselbe besteht darin, dass die Bogen aus mehrern kurzen Bretern nach dem Fugenschnitte zusammengesetzt werden. Delorme belegte dergleichen Bogen mit dem allgemeinen Namen *Hemicycla* (im deutschen Bohlendächer oder Bohlengewölbe). Die Befestigung der einzelnen Biegen geschieht durch Schwänk- oder Windlatten. In der X, XI, XII und XIII. Tab. sehen wir mehrere auf diese Bauart Bezug habende Zusammensetzungen.

Von den Mauerlatten.

74. Man belegt mit diesem Namen die halbflachen horizontal gelegten Hölzer, bei welchen die Bogen anfangen, und worein die übrigen Hölzer gesetzt werden. Diese Mauerlatten werden nach Masgabe der Fig. 1 und 3, Tab. X, und Fig. 1 und 4, Tab. XI, entweder in besondere zu diesem Zwecke in die Mauer gemachte Vertiefungen eingelegt, oder nach Fig. 3 und 4, Tab. X, bloss auf die Oberfläche der Mauer aufgelegt. Ruhen die Bogen auf hölzernen Wänden, so verrichten die Dachpfetten A und A, in Fig. 1 und 6, Tab. XII, die Stelle der Mauerlatte.

Die Endzapfen am Anfange der Bogen werden nach Fig. 1 und 4, Tab. X; Fig. 1, Tab. XI, und Fig. 1 und 6, Tab. XII, in einen, oder nach Fig. 8, Tab. X, in zwei in die Mauerlatte gemachte Einschnitte eingesetzt. Die Enden der Mauerlatten sind mit einander verbunden (48).

Von den Bogen oder Biegen.

75. In der Regel halten die zur Erbauung der Bogen bestimmten Breter 4 Fuss Länge ; allein ein Baumeister muss hierbei vorzüglich auf den Durchmesser, auf die Höhe und Gestalt des Bogens, so wie endlich auf die Last, welche er tragen soll, Rücksicht nehmen, und darnach die Länge und Breite der Breter bestimmen. Ist nämlich der Bogen einförmig, wie z. B. die ganzen Bogen, so sind, wenn der Durchmesser kurz ist, die Breter auch kurz ; ist der Durchmesser lang, so sind es die Breter ebenfalls. Ist der Bogen aber elliptisch, oder flach und niedrig, so müssen die Breter am Anfange des Bogens eigentlich kürzer als die mittlern Bogenbreter seyn, damit nicht zu viel Holz weggeschnitten wird ; dies gilt vorzüglich von den Biegen, welche nach den gegebenen Bogenlinien von

those in the preceding Example (71, 72); and because the principal rafter C, contains a nerve in each of its vertical sides, the Fig. 11, is the upper view of it; the draught supposes that the furrings F, G, H, are not yet laid on the pieces A, B, C.

The pieces P Q, belong to the semi-circular vault which is between the ceiling and the cornice.

Addition to Section III.

As we take the greatest care to indicate all the considerations that are useful to the art we treat upon, we have thought proper to insert here the remarks of some judicious observers on the compressibility of such pieces of timber as rest against each other at their extremity (their dilatability being laid aside); whence we conclude it will always be a prudent thing to introduce into the said cuts metallical *laminæ* or *plates*, either of *lead* or *copper*, that will prevent the forcing back which may be produced at their meeting points, by the medullar and ligneous substances of the two pieces of timber that prop against each other.

Section IV.

Of Vaults *and* Roofs *composed of* curves *made with* Boards.

It is Philibert Delorme, an architect of the sixteenth century, who first published in France that manner of building, which consists in uniting on a traced curve several short pieces of boards laid over one another, and cut in gradual joints at their extremities. He indiscriminately called *hemicycles* those kinds of curves, but, at this present time, that name can only be given to such as describe half a circle, technically known by the appellation of *semi-circular curves*. In order to keep fast each of the above curves in the place it ought to occupy, it is customary to employ *tringles* or *reglets*, named by practitioners *rail-tringles*, in order to distinguish them from the curves used in *conical* or *pointed-roofs*. The plates 10, 11, 12 and 13, contain several details of assemblages and adjustments used in this manner of building.

Of Platforms.

74. We name *Platforms* the pieces of timber laid flatwise and horizontally disposed to receive the rise or spring of the curves : these Platforms are, either placed in a *retreat* or *relay* made in the wall, see, Fig. 1 and 3, Pl. 10; and Fig. 1 and 4, Pl. 11; or only laid on the upper level top of the wall, Fig. 3 and 4, Pl. 10. When the curves rest upon plastered-walls, then the sablieres A and A, Fig. 1 and 6, Pl. 12, perform the office of a Platform.

A notch, Fig. 1 and 4, Pl. 10; Fig. 1, Pl. 11; and Fig. 1 and 6, Pl. 12; or two notches, Fig. 8, Pl. 10, grooved afresh in the platforms, receive the tenons of the shelving abutments at the spring of the curves : the ends of the platforms are assembled (48).

Of Curves.

75. The Diameter, the mounting timber, the form of the curvity, the burthen they will have to bear, etc., are proper objects of consideration by which the builder must be guided to determine the length of the boards he is to employ, *laying aside* the practical rule which fixes them at 4 feet : for, if the curvity is uniform, as for instance in a *semi-circular vault*, the pieces of boards must be short, if the diameter is short; but they must be long when the diameter is of a greater extent : but if the curvity is either elliptical or in the form of a flat-arched-vault, the pieces of boards of the rising-arches ought to be shorter than those of the intermedial arches, that a less quantity of ligneous fibres may be cut off, chiefly in such curves as are made agreeable to the *traits of intrados* or of *extrados*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pl. 12 ; dans la Pl. 11, les Fig. 1, 4, 5 et 7 ; et dans la planche 10, les Fig. 3, 4 et 8.

76. La largeur, l'épaisseur et le nombre des planches que l'on réunit pour former chaque courbe, influent encore davantage sur la solidité, que leur plus ou moins de longueur. Philibert Delorme a déterminé tous ces détails respectifs pour différentes grandeurs de voûtes, comme on peut le voir dans son tableau, que nous avons inséré planche 10.

Mais quels que soient la longueur, l'épaisseur et le nombre des planches que l'on se décide à employer pour la construction d'une courbe ; il faut encore considérer que ces sortes de voûtes étant assujetties aux mêmes effets de pression que les voûtes en maçonnerie, il convient de donner aux courbes factices, qui remplacent les voussoirs, plus de force à la naissance qu'aux reins, et plus aux reins qu'au sommet.

77. Quant à l'espacement à donner auxdites courbes, on consultera pareillement l'espèce de bois qui doit y être employée, le fardeau à soutenir, etc. ; la pratique, qui les fixe à 2 pieds, n'est bonne que pour un petit nombre d'exemples, et, par conséquent, ne peut être considérée que comme une donnée approximative.

On trace sur un ételon les morceaux de planches qui composent une courbe ; mais ils peuvent y être différemment disposés, et y recevoir des façons différentes : les exemples qui suivent sont classés pour en indiquer les variétés principales.

Exemple I^er^.

78. La courbe D, Fig. 1, Pl. 10, est composée de trois épaisseurs de planches : la plate-forme A, et la tringle-lierne J, ont déterminé la longueur du morceau intermédiaire a ; la même plate-forme et la tringle-lierne I, celles des morceaux b, c, Fig. 1 et 2 ; et quoique les rives desdites planches restent droites, Fig. 1, ces joints des bouts sont rayonnants, comme à celles qui reçoivent un chantournement à leur introdos. Cette détermination des joints d'abouts, tracés comme ceux des voussoirs, fait correspondre les joints des épaisseurs extérieures, b, c, au milieu de l'épaisseur intermédiaire a ; et les milieux des épaisseurs extérieures d, e, recouvrent les joints des morceaux a, f : il en est de même des morceaux g h ; et successivement. L'angle saillant, u, qui excède la ligne du lattis, peut être conservé du moins en partie, si sa totalité nuisait à l'opération de la couverture.

Exemple II.

79. Quand l'intrados doit former un berceau ou une voûte sphérique, il n'y a rien à changer à la détermination des joints des bouts ; (78) mais on chantourne les planches selon la courbe de l'ételon, Fig. 3, Pl. 10, pour leur donner la forme de l'intrados, et quelquefois de l'extrados ; Fig. 3, 6, 8, même planche ; Fig. 1, 4, 5 et 7, Pl. 11 ; Fig. 1, 4, 5, 6, 9 et 10, Pl. 12.

Exemple III.

80. Quand on emploie ce procédé pour couvrir des bâtiments, il faut aux courbes des accessoires, qui sont : 1° des coyaux, E, E, etc., Pl. 10, 11 et 12 ; 2° des arbalétriers, F, F, etc., Pl. 11 ; 3° des poinçons, L, L, etc., même planche ; 4° des chevrons, K, K, etc., Pl. 11 et 12 ; 5° des pannes M, m, etc., mêmes planches ; quelquefois ce sont les tringles-liernes N N, etc., Pl. 10, Fig. 8, 9 et 10, qui servent de pannes.

Les coyaux sont aussi le plus ordinairement des bouts de planches, assemblés à tenon à leur about inférieur dans des blochets ou moises I : leur bout

aussen und innen geschnitten sind. Man vergleiche die Fig. 1, 4, 5, 6, 9 und 10, Tab. XII ; ferner die Fig. 1, 4, 5 und 7, Tab. XI, und die Fig. 3, 4, 8, Tab. X.

Bei der Festigkeit der Bogen kommt es aber nicht allein auf die Länge oder Kürze der zu ihrer Erbauung bestimmten Breter, sondern vorzüglich auch auf die Breite, Dicke und Anzahl dieser Breter an. Philibert Delorme hat sämmtliche, zu Bogen verschiedener Grösse nöthige Erfordernisse in einer besondern Tafel, welche wir in die X. Tabelle mit aufgenommen haben, einzeln bestimmt.

Abgesehen aber von der Länge, Dicke und Anzahl der zur Erbauung eines Bogens bestimmten Breter, ist es, da diese Art von Bogen dieselbe Druckkraft erleiden, wie die gemauerten, sehr rathsam diesen hölzernen Gewölben, beim Anfange der Wölbung mehr Stärke als in der Mitte, und in der Mitte mehr Stärke als am obern Ende zu geben.

77. Was den Abstand der Biegen anbetrifft, so muss man auch hierbei nicht nur die Holzart und die Last, welche das Gewölbe tragen soll, sondern auch andere locale Nebenumstände mit in Betrachtung ziehen. Die Praxis bestimmt für diesen Abstand gewöhnlich zwei Fuss ; allein diese Bestimmung ist bloss für einzelne Fälle anwendbar, und kann mithin nur als ohngefähre Angabe betrachtet werden.

Man zeichnet auf einem Brete den gegebenen Bogen, nach welchem die einzelnen Breter zusammengesetzt werden sollen. Da solche nun verschiedentlich geordnet und gestaltet seyn können, so haben wir in nachstehenden Exempeln die vorzüglichsten Zusammensetzungen dieser Art angegeben.

Exempel I.

78. Die Biege D, in Fig. 1, Tab. X, ist aus drei Breterdicken zusammengesetzt. Aus der Mauerlatte A, und der Wind- oder Schwänklatte J, ergibt sich die Länge des Mittelstückes a ; aus der nämlichen Mauerlatte und der Windlatte I ergibt sich ferner die Länge der Stücke b, c, in Fig. 1 und 2. Und da nach Fig, 1 die Bänder dieser Biegenstücke gerade bleiben, so wird die äussere Linie der Biege eckig, wie die innere Seite derselben. Nach dieser Gestalt der äussern Linie, welche wie die der Gewölbsteine gezeichnet ist, sind die äussern Biegen b, c, mit der Mittlern a, so verbunden, dass die äussern Biegen d, e, auf den Fugen der Biegen a, f, ruhen : gleiche Bewandniss hat es mit den Stücken g, h, u. s. w. Der vorspringende Winkel u, welcher über das Lattenwerk hinausgeht, kann, wenn seine ganze Grösse der Bekleidung hinderlich seyn sollte, wenigstens zum Theil weggeschnitten werden.

Exempel II.

79. Soll das Innere ein Tonnengewölbe oder runden Bogen bilden, so bleibt die äussere Biegenlinie wie vorstehend in N^r^ 78 gezeigt worden ; und man schneidet bloss die Biegen auf der innern Seite nach Masgabe des gegebenen Bogens, in Fig. 3, Tab. X, aus ; bisweilen gibt es auch Fälle wo die äussere Biegenlinie nach Erforderniss zirkelförmig geschnitten wird, wie aus den Fig. 3, 6, 8, Tab. X ; aus den Fig. 1, 4, 5, 7, Tab XI ; so wie aus den Fig. 1, 4, 5, 6, 9 und 10, Tab. XII, zu ersehen ist.

Exempel III.

80. Wird diese Verfahrungsweise bei Dächern angewendet, so machen die Biegen noch andere Holz-Verbindungen nöthig ; als : 1° Schiffter, E, E, u. s.w., Tab. X, XI und XII ; 2° Dachstuhlsäulen, F, F, u. s.w., Tab. XI ; 3° Giebelspiesse, L, L, u. s. w., auf derselben Tabelle ; 4° Sparren, k, k, u. s. w., Tab. XI und XII ; 5° Pfetten, M, m, u. s. w., auf denselben Tabellen ; bisweilen vertreten die Windlatten N, N, u. s. w., Tab. X, Fig. 8, 9, 10, die Stelle der Pfetten.

Die Schiffter sind sehr häufig bloss kleine Breter, an deren untern Enden Zapfen ausgeschnitten sind, welche in die Stichbalken oder Bänder I eingezapft

See, Fig. 1, 4, 5, 6, 9 and 10, Pl. 12 ; and in the Pl. 11, the Fig. 1, 4, 5 and 7 ; see also Pl. 10, the Fig. 3, 4 and 8.

76. The breadth, thickness and number of the boards that are joined together to form each curve, conduce still more to the solidity of the work than the proportional length or shortness of the said boards. Philibert Delorme has fixed those respective details, for vaults of different dimensions, as may be seen in his table that we have inserted in Pl. 10.

But whatever be the length, thickness or number of the boards a Builder may choose to employ for the construction of any curve, it must be considered that those sorts of vaults being subject to the same effects of pressure as the common vaults in masonry, it is proper to give to the fictitious curves which replace the covings, more strength at their rise than in their haunches or in their crown.

77. With respect to the distance to be set between the said curves, due regard must be paid likewise to the sort of wood which is to be employed in the making of them, as also to the burthen they have to sustain, etc. The practical rule by which they are fixed at the length of two feet, can only do for a small number of Examples, and, of course, it can only be looked upon as an approximation.

The pieces of boards a curve is composed of is traced upon an *Etelon*, but they may be disposed there in different ways, and be fashioned in a various number of manners : the Examples that follow are arranged in a proper classification, in order to indicate the principal varieties in them.

Example I.

78. The curve D, Fig. 1, Pl. 10, is composed of three boards laid over one another : the Platform A, and the rail-tringle or reglet J, have determined the proper length which the intermedial piece a was to have, and the same platform and the rail-tringle I, have also determined the length of the pieces b, c, Fig. 1 and 2 ; and though the edges of the aforesaid boards remain standing upright, as in Fig. 1, their joints at the ends are gradual in the same manner as in those that are cut in profile with a sweep in their intrados. That determination of the joints at the abutments, traced in a manner similar to that of the covings, makes the joints of the external thickness b, c, correspond with the middle part of the intermedial thickness a ; and the middle parts of the external thickness d, e, lay over the joints of the pieces a, f : it is the same with the pieces g, h, and so on. The saliant angle U, that reaches beyond the line of the lathing may be kept, or at least the best part of it, in case the whole length be any way encumbering in the operation of roofing.

Example II.

79. When the *intrados* is to form an *arched* or a *spherical vault*, nothing is to be changed in the determination of the ends (78), but the boards must be cut in a profile with a sweep, agreeable to the curve of the etelon, Fig. 3, Pl. 10, in order to give them the same form as the *intrados*, and sometimes that of the *extrados* : see Fig. 3, 6, 8, in the same plate ; Fig. 1, 4, 5 and 7, Pl. 11 ; and also Fig. 1, 4, 5, 6, 9 and 10, Pl. 12.

Example III.

80. When this process is employed in the roofing of Buildings, accessary parts must be added to the curves ; these are : 1° Pieces of timber called *Rafter-feet*, E, E, etc., Pl. 10, 11 and 12 ; — 2° *Principal rafters*, F, F, etc., Pl. 11 ; — 3° *King-posts*, L, L, etc., in the same plate ; — 4° *Rafters* (chevrons) K, K, etc., Pl. 11 and 12 ; — 5° *Purlins*, M, m, etc., in the above plates ; but sometimes *rail-tringles*, N, N, etc., Pl. 10, Fig. 8, 9 and 10, are made use of instead of *Purlins*.

The *Rafter-feet* are also for the most part pieces of boards, assembled with a tenon at their lower extremity in tie-pieces or in binding pieces I : their

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supérieur peut être en partie embrévé dans la courbe avec coupe en crémaillère, comme l'indiquent les lettres a, b, c, d, Fig. 1 et 3 de la Pl. 10; Fig. 1 et 4 de la Pl. 11; et a, b, c, d, f, Fig. 8 de la Pl. 10.

Les arbalétriers F F F, Fig. 5 et 7, Pl. 11, sont pareillement ajustés, et ont les mêmes lettres; ces figures, ainsi que sa 8e, contiennent le détail du poinçon, et n'ont pas besoin d'explication : il en est de même des chevrons.

Les joints des bouts des pannes, M, M, etc., sont aussi suffisamment détaillés aux Fig. 9, 10, 11 et 12, Pl. 11.

81. Les tringles-liernes, C, traversent le milieu des courbes aux joints des bouts de planches, pour que les clefs, par leur forte adhérence, empêchent toute difformité qui pourrait résulter du déjettement, et maintiennent chaque courbe à sa place. Philibert Delorme dit que l'épaisseur de ces pièces doit être la même que celle des planches des courbes; et leur largeur, quatre fois l'épaisseur; que l'épaisseur des clefs doit être aussi la même, leur largeur double, et leur longueur égale à la largeur des courbes. Le bois dur, de droit fil et roide, doit être préféré pour les tringles-liernes et pour les clefs. La lettre G, n'a pas été appliquée aux liernes représentées dans les Fig. 1 et 2 de la Pl. 10; on peut l'y supposer; les caractères qui y sont, indiquent, dans la Fig. 1, les coupes des tringles-liernes; et, dans la Fig. 2, leur dimension en continuité : on voit que ce sont les coupes i, n, de la Fig. 1, qui ont donné des points pour représenter les arêtes de i, n, dans la Fig. 2; et celles j, o, Fig. 1, ont pareillement donné les points pour celles j, o, de la Fig. 2, etc.: les clefs p, q, sont communes aux tringles-liernes i n, j o, qui appartiennent à la courbe D, et au coyau E. Cette disposition simple des tringles-liernes, n'exige qu'une mortaise au milieu de chaque bout de planche, et deux demi-mortaises en enfourchement à chacun des bouts: ce procédé suffit pour relier les courbes, si les assemblages sont faits avec précision, d'autant plus que le lattis concourt, avec les tringles-liernes, à produire une grande stabilité dans les courbes.

Remarque. Dans l'intention de donner plus de solidité à leur ouvrage, quelques praticiens ont multiplié les tringles-liernes : on trouve des exemples, 1° où chaque morceau de planche contient deux mortaises au milieu, et deux demi-mortaises en enfourchement à chaque bout; 2° où chaque morceau contient quatre mortaises intermédiaires, et quatre demi-mortaises en enfourchement; 3° où chaque morceau contient deux entailles au milieu, quatre demi-entailles aux bouts, qui reçoivent quatre tringles moises, plus deux moitiés pour les tringles-liernes. Il est facile de voir que ces dernières méthodes, par la multiplicité des mortaises et des entailles, tranchent une grande quantité des fibres des planches, et nuisent ainsi à la solidité de l'ensemble, et en augmentent considérablement la main-d'œuvre.

Les Fig. 1, 2, 3, 4 et 5 de la Pl. 13, contiennent les principaux détails d'un berceau composé de courbes revêtues à l'intrados de caissons en bois.

82. La Fig. 1, est une projection prise à la hauteur du tracé horizontal v x de la Fig. 3; et la Fig. 2 est une semblable projection, mais prise à la hauteur du tracé y z, même figure. La Fig. 3 est une projection prise sur la ligne verticale T V. Cette dernière description montre la naissance d'une courbe D: (78, 79) on voit ici au deuxième joint deux tringles-liernes compagnes, G G, et leurs clefs, J, J; les traverses, R, R, etc., du grand bâtis des caissons; les bandeaux d'encadrement, T, T, etc.; et les patères, U, U, etc., servant à recouvrir les têtes des vis ou des boulons employés à fixer lesdits bâtis et bandeaux. La Fig. 4 est une vue de l'intrados des courbes reliées; et la Fig. 5 est une même vue, mais revêtue des bâtis et panneaux de caissons.

werden. Das obere Ende derselben kann zum Theil in die Biegen eingesetzt werden. Dies geschieht vermittelst eines zahnförmigen Einschnitts, nach Masgabe der Buchstaben a, b, c, d, in den Fig. 1 und 3, Tab. X; und Fig. 1 und 4, Tab. XI; so wie nach Masgabe der Buchstaben a, b, c, d, f, Fig. 8, Tab. X.

Die Dachstuhlsäulen F, F, F, in Fig. 5 und 7, Tab. XI, sind auf gleiche Weise gestellt, und mit denselben Buchstaben bezeichnet. In diesen Figuren, so wie in der 8., welche keiner weitern Erklärung bedürfen, ist der Giebelspiess vorgestellt: ein Gleiches gilt von den Sparren.

Die Fugen an den Enden der Pfetten M, M, u. s. w., sind gleichergestalt durch die Fig. 9, 10, 11 und 12, Tab. XI, hinreichend erklärt.

81. Die Schwänklatten G gehen mitten durch die Biegen hindurch. Dies hat den Vortheil, dass die Keile durch ihr Anpressen jede Auseinanderweichung unmöglich machen, und die Biegen an ihrem Platze festgehalten werden. Nach Philibert Delorme sollen diese Schwänklatten so dick als die Biegen, und viermal so breit als dick seyn; die Keile sollen eben so dick seyn : ihre Breite soll das Doppelte, und ihre Länge die Breite der Biegen betragen. Hartes Holz mit geraden und festen Fasern, schickt sich zu Windlatten und Keilen am besten. Da die Windlatten in den Figuren 1 und 2, Tab. X, nicht mit dem Buchstaben G bezeichnet worden sind, so muss man es nachträglich als geschehen annehmen. Die Buchstaben aber, welche darin enthalten sind, bezeichnen in Fig. 1 den Durchschnitt der Schwänklatten, und in Fig. 2 ihre fortgesetzte Länge. Wir sehen, dass die Vorstellung der Schwänklatten i, n, in der 2. Fig., nach dem Durchschnitte i, n, der 1. Fig. geschehen ist: ein Gleiches gilt von den Windlatten, j, o, in der 2. Fig., und dem Durchschnitte j, o, der 1. Fig., u. s. w. Die Keile p, q, gehören zu den Windlatten i, n, j, o, welche ihrer Seits zu der Biege D, und dem Schiffter E, gehören. Diese Windlatten erfordern ihrer Einfachheit wegen nichts als ein Zapfenloch in der Mitte eines jeden Bretes, und zwei halbe gabelförmige Zapfenlöcher an jedem Ende; dies ist, wenn die Zusammensetzung gehörig Statt gehabt hat, zur Befestigung der Biegen hinreichend, und zwar um so mehr, da ausser diesen Windlatten noch das Lattenwerk zur Befestigung der Biegen mit beiträgt.

Bemerkung. Mehrere Baumeister haben die Anzahl der Schwänklatten vermehrt, um dadurch der Zimmerarbeit noch mehrere Festigkeit zu geben. Es gibt Fälle wo in jedem Brete zwei Zapfenlöcher in der Mitte, und zwei halbe gabelförmige Zapfenlöcher an jedem Ende desselben angebracht sind; bisweilen enthält auch wohl ein Bret vier Zapfenlöcher in der Mitte, und vier halbe gabelförmige Zapfenlöcher an jedem Ende; oder endlich zwei Einschnitte in der Mitte, und vier halbe Einschnitte an den Enden, in welche vier Bänder eingesetzt werden, wobei noch zwei Hälften auf die Schwänklatten kommen. Die grosse Anzahl der Zapfenlöcher und Einschnitte muss aber nothwendig eine Menge Holz wegnehmen, und dadurch nicht allein der Festigkeit des Ganzen schaden, sondern auch das Arbeitslohn beträchtlich vermehren.

Die Fig. 1, 2, 3, 4, 5, Tab. XIII, enthalten die Ansicht eines Tonnengewölbes. Die Biegen, aus welchen dasselbe zusammengesetzt ist, sind an ihrer innern Seite mit Füllungen (Caissons) verkleidet.

82. Die Ansicht der Fig. 1, ist von der Höhe der horizontalen Linie v, x, in Fig. 3, und die Ansicht der 2. Fig. von der Höhe der Linie y, z, in der nämlichen Figur genommen. Die Ansicht der 3. Fig. ist von der senkrechten Linie T, V, genommen. Man sieht darin den Anfang des Bogens D (78, 79). Bei der zweiten Fuge sieht man die beiden zu einander gehörenden Schwänklatten G, G, nebst ihren Keilen J, J, so wie die zu den Füllungen gehörigen Querhölzer R, R, ferner die Einfassung T, T, etc.; und die Rosetten U, U, etc., welche dazu dienen, um die Schrauben oder Bolzenköpfe, womit die Einfassung und die Caissons befestigt werden, zu bedecken. Die 4. Fig. zeigt eine Ansicht von den im Innern mit einander verbundenen Biegen. Die 5. Fig. enthält dieselbe Ansicht nebst den Zusammensetzungen und Einfassungen der Füllungen.

upper end may be partly joined with tusks into the curve, and cut with a rack, as indicated by the letters a, b, c, d, Fig. 1 and 3, in the Pl. 10; also in the Fig. 1 and 4, in the Plate 11; and by the letters a, b, c, d, f, Fig. 8, in the Pl. 10.

The *principal rafters* F F F, Fig. 5 and 7, Pl. 11, are adjusted in a similar manner, and indicated by the same letters; the two figures above, as well as the Fig. 8, contain the details of the king-post, and need no further elucidation : it is the same with the (chevrons) rafters.

The joints at the ends of the Purlins, M, M, etc., are also sufficiently detailed in the Fig. 9, 10, 11 et 12, Pl. 11.

81. The rail-tringles C, cross over the middle part of the curves, at the joints of the pieces of boards, that the keys, by their strong cohesion, may prevent any diffformity that might result from the warping, and also that they may maintain each curve in its proper place.

Philibert Delorme says that the thickness of those pieces ought to be the same as that of the boards made use of in the curves, and that they ought to be four times as broad as they are thick; that the thickness of the keys ought also to be the same, their breadth only double, and their length equal to the breadth of the curves. A hard and stiff kind of wood, the grain of which is straight ought to be used in preference for the rail-tringles, and also for the keys. The letter G, has been omitted in the rails represented Fig. 1 and 2, in the Pl. 10, but it may be supposed to exist there; the letters that are to be met with in the above plate indicate in Fig. 1, the sections of the rail-tringles; and in the Fig. 2, they show their dimension and continuation: the case is obvious that the section i, n, in the Fig. 1, have furnished points to represent the edges of i, n, in the Fig. 2; and the sections j, o, Fig. 1, have likewise furnished the points for the edges j, o, in the Fig. 2, etc. : the keys p, q, are common to the rail-tringles i n, j o, which belong to the curve D, and to the rafter-foot E. That plain disposition of the rail-tringles requires only a mortise in the middle of each piece of board, and two crossing half mortises at each of the ends : that process is sufficient to bind fast the curves, provided the assemblages are made with precision; so much the more so as the lathing concurs with the rail-tringles in producing a great degree of stability in the curves.

Remark. With an intention to give more solidity to their work, some practitioners have multiplied the number of the rail-tringles beyond the usual limits; several Examples are to be met with : 1° Where each piece of board contains two mortises in the middle, and two crossing half mortises at each end; — 2° Where each piece of board contains four intermedial mortises, and four crossing half mortises; — 3° Where each piece of board contains two notches in the middle, and four half notches at the ends, which receive four notched rail-tringles, and moreover two halves for the plain rail-tringles. It is easy two perceive that the last methods, from the multiplicity of mortises and notches, require a great quantity of ligneous fibres to he cut off from the boards, and thereby are very prejudicial to the solidity of the whole, and make a considerable increase in the price for the making of the work.

The Fig. 1, 2, 3, 4 and 5, in Pl. 13, contain the principal details of a semi-circular vault, composed of curves lined in the *Intrados* with wooden caissons.

82. The Fig. 1, is a projection taken even with the horizontal trace v x, in the Fig. 3; and the Fig. 2, is a similar prejection taken even with the trace y z, in the same Figure. The Fig. 3, is a projection taken on the vertical trace T V. This last description shows the rise of a curve D (78, 79). One sees here, in the second joint, two fellow-twin-rail-tringles, G G, and their keys J, J, as also the traverses R, R, etc., in the great Frame of the caissons; the encircling cases T T, etc., and the Pateres U, U, etc., serving to cover the heads of the screws and of the bolts which are employed in fixing the above mentioned frames and cases. The Fig. 4, is a view of the intrados of the tightened curves, and the Fig. 5, is a similar view, only it is covered over with the frames and panels of the caissons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Coupole de forme hémisphérique, tronquée par un œil de lumière au sommet, Fig. 6, 7 et 8, Pl. 13.

83. Les lettres D, D; G, G; j de la Fig. 6 et les mêmes lettres de la Fig. 7 sont les projections horizontales et verticales des courbes (75, 76, 77, 78, 79 et 82); on aussi tracé dans ces deux projections des tringles-fiernes cintrées, parce que cette forme serait nécessaire, si l'on voulait revêtir l'intrados avec des caissons renfoncés.

L'ouverture supérieure est composée de deux courbes horizontales M M, Fig. 7; la même lettre, Fig. 6, indique que ces courbes ont la forme de couronne de cercles; leur isolement est maintenu par des *clefs pendantes*, L L, et retenues dessous et dessus par des clavettes j, j. La Fig. 8 indique la coupe d'assemblage supérieur des courbes D. La lettre V indique une pièce de l'enrayure soutenant les lambourdes X, X, X, et le plancher Y.

PLANCHE XIV.

Cinquième Section.

DES SOFFITES.

Jadis on appliquait aux planchers des soffites somptueux; la peinture, la sculpture, la dorure, etc., y plaçaient, même avec profusion, leurs chefs-d'œuvre : mais le goût de notre siècle les rejete; et, en confiant à la gravure le soin d'indiquer par un petit nombre d'exemples les principaux détails d'ajustements des ouvrages qui existent encore, notre intention a été de compléter les détails d'assemblages des bois relatifs à ce genre de construction.

Cette sorte de construction étant dans la classe de celles que nous nommons en France revêtissement en bois; et les bordures qui encadrent les caissons, étant aussi semblables aux corniches que nous appelons volantes, les explications des quatre exemples qui suivent ne seront qu'une description abrégée des figures.

Exemple Ier.

Plafond de la Salle des gardes, au vieux Palais de Turin, Fig. 1, 2, 3 et 4.

84. La Fig. 1, étant une coupe prise dans le milieu d'un caisson entre deux poutres A A, indique que les moulures C C, sont faites avec des bois méplats, et cloués sur les écharpes J J; le plafond B est aussi en bois; les plafonds de poutres, D D, soutenus par des barres pendantes, dont G, G, etc., montrent les épaisseurs, et qui sont fixées aux poutres avec des clous, (*) reçoivent par le bas les assemblages des abouts des écharpes qui retiennent les moulures, et qui portent le plancher B. Les barres pendantes, H, H, etc., sont vues sur leur largeur; elles soutiennent les plafonds des compartiments de poutre; leurs parties supérieures sont cloués aux soliveaux, I, I, etc., placés sur les poutres; et leurs parties inférieures reçoivent de même les assemblages des écharpes.

La Fig. 2 est aussi une coupe prise dans le milieu d'un caisson, mais dans une direction parallèle à la poutre A. Elle contient les mêmes détails que la précédente : mais le dessin montre seulement les moulures C, C, et le plafond B, appliqués dans la moitié de sa longueur; l'autre moitié, Fig. 3, ne contient que les détails du bâtis. La Fig. 4 est une

(*) Pour réunir deux morceaux de bois, on préfère maintenant les vis, aux clous; parce qu'on peut alors, sans rien endommager, enlever une portion de bois, en détournant les vis qui servent à les fixer.

Die Fig. 6, 7 und 8, Tab. XIII, stellen eine *Kuppel oder Kugelgewölbe* mit einer runden Oeffnung vor.

83. Die Buchstaben D D, G G, J, in der 6. Fig., so wie die nämlichen Buchstaben in Fig. 7, geben die horizontale und verticale Ansicht der Biegen (75, 76, 77, 78, 79 und 82); man sieht daselbst auch überdiss noch zwei zirkelförmige Schwänklatten, deren Form dann nöthig seyn würde, wenn das Innere mit vertieften Caissons überkleidet werden sollte.

Die Oeffnung am obern Theile dieser Kuppel besteht aus zwei horizontalen Biegen M, M, Fig. 7. Aus M, in der 6. Fig. ersehen wir, dass die Gestalt dieser Biegen zirkelförmig ist; und da solche von einander abstehen, so werden sie durch die hängenden Keile L, L, zusammen, und durch die Nadeln J, J, von oben und unten festgehalten. Der Durchschnitt in der 8. Fig. stellt die obere Zusammensetzung der Biegen D, vor. Im V. Exempel sehen wir einen Theil des Werksatzes auf welchem die Balken X, X, X, und der Boden Y, ruht.

TABELLE XIV.

Abschnitt V.

Von den Felderdecken (Soffiten).

Vormals verzierte man die Decken mit prachtvollen Feldern, an denen Maler, Bildhauer, Vergolder, u. s. w., ihre Kunst verschwendeten. In unserm Zeitalter herrscht jedoch dieser Geschmack nicht mehr. Wir überlassen es daher der Kupferstecher-Kunst unsere Nachkommen mit der wissenswürdigsten Einrichtung der noch vorhandenen Werke dieser Art, in einigen wenigen Darstellungen ausführlich bekannt zu machen, und beschränken uns bloss darauf, die Zusammensetzungen und Verbindungen derselben umständlich und vollständig vorzutragen.

Da diese Bauart zu derjenigen Klasse gehört, welche man in Frankreich Holzverkleidung nennt, da ferner die Bänder mit welchen die Caissons oder Füllungen eingefasst sind, den sogenannten fliegenden oder schwebenden Karniessen gleichen, so wird sich die Erklärung der vier nachstehenden Exempel aus einer kurzen Beschreibung der Figuren ergeben.

Exempel I.

Die in der Fig. 1, 2, 3 und 4 abgebildete Decke befindet sich in dem Garden-Saale des alten Pallastes zu Turin.

84. Der in der 1. Fig. vorgestellte Durchschnitt ist in der Mitte eines Caissons zwischen den beiden Balken A A, genommen; wir sehen daraus, dass die Gesimmse C C, aus halbflachem Holze gearbeitet, und auf die schrägstehenden Latten J J, genagelt sind; die Decke B, ist ebenfalls aus Holz. Die Hölzer D D, sind mit hängenden Latten, deren Dicke in G G, u. s. w., angezeigt ist, befestigt. Diese Latten werden an die Balken angenagelt (*). Unten an gedachte Hölzer, welche die Durchzugsbalken vorstellen, kommen die Enden der schrägstehenden Latten, welche die Gesimse festhalten, und das Gebälk B, tragen. Die hängenden Latten H H, u. s. w., sind nach ihrer Breite vorgestellt; sie halten die Felderdecken fest; die obern Enden derselben sind an die kleinen Balken I I, u. s. w., welche über die Durchzüge hinweggehen, genagelt; an den untern Theilen derselben werden wiederum die Latten zusammengesetzt.

In der 2. Fig. sehen wir ebenfalls einen aus der Mitte eines Caissons genommenen Durchschnitt; nur dass die Richtung desselben mit dem Balken A, parallel läuft. Die Zusammensetzungen sind von derselben Beschaffenheit wie im vorigen Falle; in der Abbildung sehen wir aber bloss die Gesimse C C, welche an der einen Hälfte der Decke B, ange-

(*) Bei der Verbindung zweier Hölzer mit einander wendet man gegenwärtig lieber Schrauben als Nägel an, und zwar um deswillen weil die Schrauben ohne Beschädigung des Ganzen herausgezogen werden können, wenn man einen Theil des Holzes abnehmen will.

Cupola of an hemispherical form, truncated by a sky-light on the summit, Fig. 6, 7 et 8, Pl. 13.

83. The letters D, D; G G; J, in the Fig. 6, and the same letters in the Fig. 7, are the horizontal and vertical projections of the curves (75, 76, 77, 78, 79 and 82).

In these two projections some arched-rail-tringles have also been traced, because that form is necessary, in case one chooses to cover over the intrados with receding caissons.

The upper aperture is composed of two horizontal curves M M, Fig. 7. The same letter M, Fig. 6, indicates that those curves have the form of crowns of circles; they are kept insulated by *hanging-keys*, L, L, and they are fastened both under and above by pins or pegs J, J.

The Fig. 8, indicates the section of the upper assemblage of the curves D. The letter V shows a piece of the platform supporting the juffers X, X, X, and the floor Y.

PLATE XIV.

Section V.

Of the Soffits.

It was in former times the custom to add to ceilings costly soffits; the arts of painting, carving and gilding displayed also there in profusion their master-pieces; but these are no longer suitable to the present taste; and if, by means of engraven plates, we have thought proper to convey in a limited number of examples, the principal details of the adjustments in the works that are still existing, our intention was to render as complete as possible the details of the various assemblages of the pieces of timber employed in that kind of construction.

These ornaments belonging to the class of those known in France by the name of *wood-casing*, (revêtissement en bois), and the frames that encircle the *caissons* being also similar to the *cornices* which are called *volantes*, the explanations of the four following examples will contain but a very succint description of the figures.

Example I.

A Ceiling in the Hall of the Guards, in the Old Palace, at *Turin*. Fig. 1, 2, 3 et 4.

84. The Fig. 1, being a section taken in the middle of a *caisson*, between two beams A A, shows that the mouldings C C, are made with timber laid flatwise, and nailed on the laths (écharpes) J J: the ceiling B, is also made of wood; the beam ceilings, D D, supported by hanging *bars* or *rails*, of which G G, etc., show the thickness, and which are fixed on the beams with nails (*), receive at the lower end the assemblages of the abutments of the laths (écharpes) that keep together the mouldings, and bear the floor B. The hanging bars or rails H H, etc., are seen on their breadth; they support the ceilings of the beam-compartments; their uppermost parts are nailed to the joists I, I, etc., that are placed on the beams; and their lowermost parts receive in the same manner the assemblages of the laths (écharpes).

The Fig. 2, is also a section taken in the middle of a *caisson;* but in a parallel direction with the beam A. It contains the same details as the preceding one, but the draught shows only the mouldings C C, and the ceiling B, applied in the middle of its length; the other half, Fig. 3, contains only the details of the wooden frame.

(*) Screws are at present preferred to nails, to unite two pieces of timber, because one may, in using the former, take away any piece of timber, without damaging it, by turning off the screws.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

projection horizontale de quatre barres pendantes et des deux écharpes qui y sont assemblées.

Exemple II.

Plafond d'une pièce du Château dit *la Maison du Bois*, en Hollande.

85. La Fig. 5 est une coupe prise dans le milieu d'un caisson, mais perpendiculairement à la direction des poutres A A. Celles-ci sont composées de deux pièces de bois juxtaposées l'une sur l'autre et boulonnées ; les surfaces inférieures ou soffites en sont élégies de champ D D, renforcées avec filet d'encadrement, dont le compartiment est dessiné D D, à la projection horizontale, Fig. 6 ; les moulures C, C, de la Fig. 5, sont aussi en bois méplats juxtaposés et boulonnés, mais avec embrèvement à languette et rainure dans les poutres ; et au-dessus de ces moulures on voit le plancher B : la Fig. 7 est une projection représentant la vue supérieure de la poutre A, des coupes angulaires des moulures, etc. La Fig. 8 est aussi une coupe prise dans le milieu du caisson, mais dans une direction parallèle aux poutres ; les moulures, C C, sont semblablement construites, mais les plafonds des poutres de compartiments D D, y sont rapportés et retenus avec des boulons. La Fig. 9 est une vue perspective qui montre l'ensemble d'une poutre A, et des moulures des compartiments, ainsi que la vue inférieure des plafonds de poutre.

Exemple III.

Plafond de l'Eglise *Sainte-Marie Majeure*, à Rome, Fig. 10 et 11.

86. La Fig. 10 est une coupe qui fait voir les pièces de charpente A A, etc., soutenues avec des harpons boulonnés, assemblés en mouffle à une barre portée par un tiran en fer. Les plafonds D D, sont en revêtissement sous les pièces de charpente ; les moulures sont représentées en C, et le plafond des caissons en B (84). La rosace E, et le cul-de-lampe F, sont des ornements surajoutés. La Fig. 11 est une vue de l'une des pièces A, avec ses ferrures et ses goussets K.

Exemple IV.

Plafond de l'Eglise de *Saint-Jean de Latran*, à Rome, Fig. 12 et 13.

87. Le grand nombre de moulures de la Fig. 12 est un composé d'une corniche de compartiments de poutre et de caissons renfoncés, avec plafond ; le tout construit comme aux exemples précédents, et aussi soutenu avec des barres pendantes.

La Fig. 13 est une coupe de la poutre A, et les détails des assemblages des barres pendantes, goussets, traverses et écharpes.

PLANCHES XV, XVI ET XVII.

Sixième Section.

DES PAROIS.

88. Dans l'art de bâtir, on nomme généralement *parois* toutes les parties de charpente disposées d'aplomb. Celles qui sont extérieures, simulant le mur d'enceinte, prennent le nom de *pans de bois*, Pl. 16 et 17 ; et celles qui remplacent à l'intérieur les murs de refend, sont nommées *cloisons de charpente*, Pl. 15. Les parois contiennent aussi des baies de portes et de fenêtres. Les espaces que laissent entre elles les pièces bois, sont ordinairement remplis avec des briques ou des moellons maçonnés avec du mortier ou avec du plâtre ; en quelques lieux, on les remplit de terre grasse mêlée de paille, et on les crépit avec du mortier de chaux et sable ou blanc en bourre : cette opération est nommée *le remplissage* ; et on dit remplir et ravaler à bois apparent, lorsque cette opération est limitée aux vides ; mais lorsque les faces sont recouvertes avec

bracht sind. Die andere Hälfte in Fig. 3, enthält das übrige Bauwerk. In der 4. Fig. sind vier hängende und zwei damit verbundene horizontal liegende Latten abgebildet.

Exempel II.

Abbildung einer Decke in dem sogenannten *Hölzernen Hause*, einem Schlosse in Holland.

85. Die 5. Fig. zeigt einen Durchschnitt aus der Mitte eines Caissons ; er ist aber perpendiculär mit der Richtung der Balken A A, vorgestellt. Diese leztern bestehen aus zwei über einander gelegten und mit Schrauben befestigten Hölzern ; die untern Seiten D D, welche die Decke in Felder abtheilen, sind mit Leisten-Einfassungen versehen, wovon das Feld D D, in der 6. Fig. horizontal vorgestellt ist. Die Gesimse C C, Fig. 5, sind ebenfalls aus halbflachem mit Schrauben zusammengehaltenem Holze gearbeitet, und an die Balken durch Zapfen und Löcher befestigt. Unter diesen Gesimsen befindet sich der Boden B. In der 8. Fig. sehen wir wiederum einen Durchschnitt aus der Mitte eines Caissons, und zwar in einer mit dem Balken parallel laufenden Richtung. Die Gesimse C C, sind zwar von derselben Beschaffenheit wie die vorigen ; allein die Decken an den Balken D D, sind an diese leztern mit Schrauben befestigt. Die 9. Fig. enthält eine perspectivische Ansicht von allen zu dem Balken A, gehörigen Stücken ; man sieht darin ferner die Gesimse in den Feldern, so wie die untere Ansicht der Decke.

Exempel III.

Vorstellung der Decke in der Kirche Santa Maria Maggiore zu Rom, Fig. 10 und 11.

86. Die 10. Fig. enthält eine Ansicht von dem Gebälke A, A, u. s. w., welches durch hängende Bänder festgehalten wird. Die Rahmen D D, sind die Verkleidungen der Balken ; die Gesimse sind in C, und die Decke der Caissons in B, vorgestellt (84). Die Rosette E, und der Knopf F, sind zum Ueberfluss als Zierrathen daran angebracht. In der 11. Fig. ist eines der Hölzer A, nebst seinem Beschläge und Tragbändern K, vorgestellt.

Exempel IV.

Ansicht der Decke in der Kirche des heil. Johann di Latran zu Rom, Fig. 12 und 13.

87. Die in grosser Auzahl in der 12. Fig. angebrachten Gesimse bestehen aus einem Karniesse von Balkenfeldern und Füllungen ; die Zusammensetzungen des Ganzen sind die nämlichen wie in den vorstehenden Exempeln, so wie auch hängende Latten ebenfalls zu ihrer Befestigung dienen.

In der 13. Fig. ist ein Durchschnitt des Balkens A, abgebildet ; auch ergeben sich aus dieser Figur die Zusammensetzungen der hängenden Latten, der Tragbänder, Querhölzer und Bänder.

TABELLE XV, XVI UND XVII.

Abschnitt VI.

Von den Wänden.

88. In der Baukunst wird jedes senkrecht stehende Holzwerk mit dem allgemeinen Namen Wand bezeichnet. Vertritt es die Stelle der äussern Mauer so heisst est die äussere Wand, Tab. XVI und XVII ; wird es aber im Innern eines Gebäudes angewendet, so nennt man es eine Scheidewand, Tab. XV. Bei diesen hölzernen Wänden werden ebenfalls auch Oeffnungen zu Thüren und Fenstern gelassen. Der Zwischenraum zwischen den Hölzern wird gewöhulich mit Back oder Bruchsteinen vermauert. An einigen Orten wird derselbe mit Lehm und Stroh verkleibt, und mit einem Mörtel aus Kalk und Sand beworfen. Diese Arbeit bekommt in Frankreich verschiedene Namen, je nachdem das Holzwerk sichtbar bleibt, oder die Wände gänzlich mit Kalk oder Gyps überkleidet werden.

The Fig. 4, is the horizontal projection of four hanging bars or rails, and of the two laths (écharpes) that are assembled with those bars.

Example II.

A Ceiling in a Room in the Château or Palace called *Maison du Bois*, in Holland.

85. The Fig. 5, is a section taken in the middle of a *caisson*, but perpendicular with regard to the direction of the beams A A. These beams are composed of two pieces of timber *juxta-placed* one over the other and bolted ; the lower surfaces or *soffits* are smoothed sideways, D D, and reenforced with an encircling fillet, the compartment of which is drawn D D, in the horizontal projection, Fig. 6 ; the mouldings C, C of the Fig. 5, are also in timber laid flatwise, juxta-placed and bolted, but with a tusk and plough and tongue cut in the beams ; and above these mouldings is seen the floor B.

The Fig. 7, is a projection representing the upper view of the beam A, as also the angular sections of the mouldings, etc. The Fig. 8, is also a section taken in the middle part of the *caisson*, but in a direction parallel to the beams ; the mouldings C C, are made in a similar manner, but the ceilings of the compartment-beams, D D, are joined to them and fixed with bolts. The Fig. 9, is a perspective draught that shows the ensemble of a Beam A, and of the mouldings of the compartments, as also the inferior view of the Beam-ceilings.

Example III.

A Ceiling in the Church of St. Mary Major in *Rome*, Fig. 10 and 11.

86. The Fig. 10, is a section that shows the pieces of timber-work A A, etc., supported with bolted-iron-hooks (harpons), assembled block-ways (en mouffle), in a bar supported by an Iron-collar. The ceilings D D, are as a casing under the pieces of the timber-work ; the mouldings are represented in C, and the ceiling of the caissons in B (84). The *rosace* E, and the *cul-de-lamp* F, are superadded ornaments.

The Fig. 11, is a view of one of the pieces A, with its iron-work and the brackets K (Goussets).

Example IV.

A Ceiling in the Church of St. John of Latran, at *Rome*, Fig. 12 and 13.

87. The great number of mouldings in Fig. 12, is a compound of a cornice and Beam-compartments, as also of sunk caissons with a ceiling : the whole is constructed as in the preceding examples, and supported with hanging bars.

The Fig. 13, is a section of the Beam A ; it contains the details of the assemblages of the hanging bars, the brackets, traverses and laths (écharpes).

PLATE XV, XVI AND XVII.

Section VI.

Of Parietal Partitions (Parois).

88. In the art of building, the french word *parois* is generally given to all the parts of a timber-frame that stand perpendicular. The external parts that are in lieu of an enclosure-wall, go by the name of (*pans de bois*) plastered or mud-walls, Pl. 16 and 17, and those parts which replace in the interiour the partition or middle-walls, are called Wooden-Partitions, Pl. 15. The *Parietal partitions* contain also apertures for doors and windows. The spaces that exist between the several pieces of timber, are commonly filled up with bricks, moilons or rough-walling, masoned either with mortar or with plaster ; in some countries they are filled up with unctuous clay mixed with chopped straw, and they are pargetted or roughcasted with mortar made of slack-lime and sand, and sometimes there is cow's hair mixed with it : this operation is called

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du mortier ou du plâtre, cette opération se nomme simplement *ravalement*.

89. Les parois sont moins durables que les murs de moellon on de brique, et ont aussi moins de stabilité; mais quand ces parties sont dans une disposition telle, que leurs plans se coupent, comme ils s'arcboutent mutuellement, ils peuvent acquérir un très-grand degré de force pour conserver leur disposition verticale, par la combinaison des pièces de bois qui les composent ou des assemblages convenablement choisis, et encore au moyen de l'application de différentes pièces de fer.

90. Pour évaluer la stabilité des parois, la règle est comme pour celle des murs; on multiplie le poids par la moitié de l'épaisseur.

Exemple. Si, à raison de son épaisseur et de la densité des matériaux qui la composent, le poids d'un pan de bois est 44 l. par pied superficiel, et son épaisseur 7″; on aura $\frac{7}{2} = 3\frac{1}{2} \times 44 = 154$ l. pour sa stabilité par pied superficiel. Si l'on trouve de même le poids d'un pied superficiel d'un mur être de 200 l., son épaisseur étant de 18″, on aura $\frac{18''}{2} = 9 \times 200 = 1800$ l. pour la stabilité par pied superficiel. Donc ce mur aura environ onze fois la stabilité du pan de bois.

91. Les cloisons sont susceptibles de diverses variétés ou combinaisons: celles qui ne portent pas de plancher, sont nommées *cloisons de distributions;* quand elles sont seulement lattées et enduites sans remplissages, on les nomme *cloisons sourdes:* on nomme aussi *cloisons légères* celles qui sont composées d'ais ou bois minces, lattées et enduites. Les cloisons *imprévices* sont celles qu'on établit pour une nouvelle distribution. Presque tours elles sont en juxtaposition sur des planchers qui ne devaient point avoir cette surcharge; et il faut alors que la disposition des pièces de bois desdites cloisons soit tellement combinée que les intermédiaires soient dans un état de suspension qui leur ôte tout effet de pression sur le plancher.

92. Selon la place qu'une pièce de bois occupe dans les parois, ou selon l'office qu'elle y remplit, les praticiens l'indiquent par un nom particulier: 1° ils appellent *poitrails*, les linteaux des grandes baies A, Pl. 17, *sablière basse*, les premières pièces B B, placées horizontalement sur les socles de maçonnerie au rez-de-chaussée. Les *sablières hautes*, C C, etc., sont celles qui supportent les bouts des solives des planchers. Les *sablières de chambrées*, D D, etc., sont celles qui sont placées au-dessus des solives; l'espace ou vide entre ces deux dernières sortes de sablières, est appelé *occupation du plancher*, la sablière d'égoût E est celle qui est la plus élevée du pan de bois, et qui parfois porte le bout des chevrons. Les autres pièces horizontales sont les appuis F F, etc., aux baies des croisées et les *linteaux*, G, G, etc., desdites baies et de celles des portes: et celles intermédiaires N N, *entretoise*. 2°. La pièce verticale angulaire, qui reçoit les assemblages de deux pans de bois H est nommée *poteau-cornier:* celles des baies I I, etc., *poteaux d'huisseries;* et les petites J J, assemblées aux appuis et linteaux, *potelets;* les intermédiaires, K K, qui occupent toute la hauteur du pan de bois, *poteaux de fond;* les petites L L, etc., placées entre deux sablières, *poteaux de remplissage* ou *remplage*. Celles qui sont interrompues par une pièce oblique, où elles sont assemblées, M M, etc., prennent le nom de *tournices*. 3° Les pièces obliques simples, O O, etc., se nomment *poteaux de décharges*, ou simplement *décharges;* (*) les obliques collectives P P, etc., *croix de St. André* ou *tenailles*.

Les règles que les écrivains praticiens ont données pour fixer les grosseurs des pièces de charpentes

(*) Quand ces pièces ont très-peu d'inclinaison, on les appelle *Guètres* ou *Guettes*.

89. Die hölzernen Wände sind bei weitem nicht so dauerhaft und fest als die Mauern aus Bruch- oder Backsteinen; sind sie aber so zusammengesetzt, dass ihre Flächen sich durchschneiden, so können sie, da die verschiedenen Theile derselben sich überdiss wechselseitig einander zusammenhalten, einen bedeutenden Grad von Festigkeit erlangen, und ihre verticale Stellung durch zweckmässige Verbindung der Hölzer und Anwendung eiserner Bänder, u. s. w., sehr lange erhalten.

90. Will man die Festigkeit der hölzernen Wände bestimmen, so wird, wie bei den Mauern, das Gewicht mit der Hälfte der Dicke multiplicirt.

Exempel. Wenn nach Verhältniss der Dicke und Festigkeit des Holzes das Gewicht einer hölzernen Wand 44 Pf. per Flächenfuss, und seine Dicke 7″ beträgt, so erhält man für seine Festigkeit $\frac{7}{2} = 3\frac{1}{2} \times 44 = 154$ Pf. per Flächenfuss. Wenn dagegen bei einer Mauer das Gewicht eines Flächenfusses 200 Pf. und seine Dicke 18″ beträgt, so erhält man $\frac{18''}{2} = 9 \times 200 = 1800$ Pf. Festigkeit per Flächenfuss, woraus folgt, dass diese Mauer ohngefähr eilf mal mehr Festigkeit habe als eine hölzerne Wand.

91. Die Riegelwände werden nach der Verschiedenheit ihrer Zusammensetzungen und Bestimmungen mit verschiedenen Namen belegt; tragen sie keine Decke so heissen sie Unterscheidungswände (*cloisons de distributions*); sind sie bloss gelettet und vergypst, ohne mit Mauerwerk ausgefüllt zu seyn, so nennt man sie in Frankreich *cloisons sourdes*. Verschläge heissen diejenigen Wände, welche aus Latten oder Bretern bestehen, und überworfen sind. Die Hänge- oder Sprengwände werden dann errichtet, wenn man sich veranlasst sieht neue Eintheilungen in Zimmern, u. s. w., zu machen. Sie ruhen gewöhnlich auf dem Boden, der eigentlich nicht zur Tragung dieser neu hinzugekommenen Last bestimmt war. Die Hölzer, aus welchen diese Art Riegelwände bestehen, müssen dann so geordnet werden, dass die in der Mitte stehenden sich gleichsam in einem leidenden Zustande befinden, und ihre Druckkraft nicht ganz auf den Boden ausüben können.

92. Die Baukundigen bezeichnen die Hölzer in den Wänden mit verschiedenen Namen, je nachdem selbige einen gewissen Platz in der Wand einnehmen, oder darin zu einem gewissen Zwecke bestimmt sind. Sie nennen 1° *Poitrails* den Sturz der Thür- oder Fensteröffnungen A, Tab. XVII. Schwellen heissen die ersten horizontal gelegten Hölzer B B, welche auf dem gemauerten Untersatze im Erdgeschosse ruhen. Pfetten C C, u. s. w., sind die, welche das Gebälke tragen. Zimmerschwellen D D, u. s. w., werden diejenigen genannt, welche im Innern auf das Gebälke gelegt werden. E, ist die obere Pfette oder Hauptbinder über der Riegelwand, in welchen zuweilen die Sperren eingesetzt werden. Die übrigen horizontalen Hölzer sind die Fensterbänke F F, u. s.w., und die Sturze G G, u. s.w. Die Zwischenhölzer N N, werden Riegel genannt. 2° Eckpfosten heisst das verticale in einer Ecke stehende Holz mit welchem die Hölzer der beiden Wände H, verbunden werden. Thürpfosten sind die der Oeffnungen I I, u. s. w., und J J, die Stelzen; die Zwischenhölzer K K, Grundpfosten. Die übrigen vertical stehenden Hölzer L L, u. s. w., heissen Ausfüllungspfosten. Diejenigen, welche durch ein schräg stehendes Holz M M, u. s. w., unterbrochen werden, heissen Riegel. 3° Bügen sind die einfachen schrägen Hölzer O O, u. s. w. (*), und Andreas-Kreuz die doppelten P P, u. s. w.

Die Schriftsteller, welche über die Baukunst geschrieben haben, stellen für die Dicke der in den Riegel und Holzwänden befindlichen Hölzer, folgende Regeln auf. 1° Eine Holzwand soll in ihrer Fläche 8 bis 9″, ein Eckpfosten aber 9 bis 10″ Dicke haben; die Thürpfosten, Ausfüllungspfosten, Bü-

(*) Ist die Richtung dieser Hölzer bloss ein wenig schief, so nennt man sie in Frankreich *Guètres* oder *Guettes*.

Remplissage, that is, filling up with ragged stones; when this operation is limited to a few empty spaces, the wood must be left apparent, but when the whole surface is covered over with mortar or with plaster, it is called (Ravalement) that is finishing.

89. The *Parietal partitions* are less durable than moilon or brick walls, they have also less stability; but when those wooden frames are disposed in such a manner that their plans intersect each other, they may, by mutual support, acquire a great degree of strength and preserve their vertical situation, by the combination of the pieces of timber they are composed of, or by assemblages suitably chosen, and also by means of various iron ligaments.

90. In order to compute the stability of parietal partitions, the same rule may be used as for walls, that is, to multiply the weight by half the thickness.

Example. If, according to the ratio of its thickness, and the density of the materials it is composed of, the weight of a plastered or mud-wall is of 44 lb. per each superficial foot, and its thickness 7 inches, we shall have: $\frac{7}{2} = 3\frac{1}{2} \times 44 = 154$ lb., denoting its stability per each superficial foot. In the same manner, if we find that the weight of one superficial foot of a stone wall is 200 lb., and its thickness 18 inches, we shall have: $\frac{18}{2} = 9 \times 200 = 1800$ lb. that will denote its stability per each superficial foot. Then that wall will have about eleven times more stability than a plastered or mud-wall.

91. *Wooden-Partitions* are susceptible of various forms and combinations: those that bear no floor are named *distributive partitions:* when they are merely lathed and plastered over, without any ragged stones being put inside, they are called (*Cloisons sourdes*), hollow partitions. Those are also called (*Cloisons légères*) light partitions, that are composed of shelves or shingles, lathed and plastered over. The (*Cloisons imprévues*) accidental partitions are those that are established for the purpose of new distributions; they are almost always laid by juxta-position on floors that were not intended to have that overcharge: the disposition of the pieces, in those partitions, must be combined in such a manner that the intermedial parts be in a state of suspension that may prevent every effect of pressure on the floor.

92. Practitioners give a particular name to each piece, according to the place it occupies, or the function it fills up in a wooden partition.

1° They call *Breast-summers*, or *Bressummers*, the lintels of the great apertures A, Pl. 17: *Lower sablieres*, the first pieces B B, horizontally placed on the socles of masonry on the ground floor. The *upper sablieres* C C, etc., are those that bear the ends of the joists of the floors. The *chambrée sablieres* D D, etc., are those which are placed above the joists; the empty space between these two last sorts of sablieres, is called *the occupation of the floor*. The *Eave sabliere* E, is that which stands highest in the plastered wall, and which sometimes bears the ends of the rafters. The other horizontal pieces are the *props* or *supports* F, F, etc., in the apertures of the windows, and the *Lintels* G, G, etc., of the said apertures and of those of the doors: the intermedial ones N N, are called *Interty* or *Interduce*. 2° The angular vertical piece that receives the assemblages of two plastered-walls H, is named *Corner-post;* those of the apertures I, I, etc., are named *Jaums* or *Upright-posts;* and the little ones J J, assembled on the supports and lintels, are named *small-posts:* the intermedial posts K K, which occupy all the height of the plastered wall, are called (Poteaux de fond) *bottom* or *ground posts*. The little pieces L L, etc., indicate the (*Poteaux de Remplissage*) filling up posts; they are placed between two sablieres. Those pieces that are interrupted by another oblique piece, where they are assembled in M M, etc., go by the name of *inclined sablieres*.

3° The plain oblique pieces O O, etc., are called *Braces* or *Bearers* (Décharges). (*) The collective

(*) When those pieces form only a very inconsiderable obliquity they are called *Guetres*, or *Guettes*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui composent les cloisons et les pans de bois, se réduisent à ce qui suit : 1° Les pans de bois des faces doivent avoir 8 à 9° d'épaisseur, mais les poteaux corniers 9 à 10 ; les poteaux d'huisserie, ceux de remplage, les décharges, croix de Saint-André, et guettes 6 à 8° ; les tournices 5 à 8° ; les sablières 7 à 10, et posées à plat. 2° Aux étages, qui n'excéderont pas 12° de hauteur, on donnera aux cloisons 6° d'épaisseur ; les poteaux auront 4 à 6° de gros, quand les cloisons ne porteront point de plancher ; mais si elles reçoivent la charge d'un plancher, on emploiera des poteaux de 5 à 6° de grosseur. 3° Aux étages, qui auront plus de 12° de hauteur, on établira les cloisons à 7° d'épaisseur ; mais la grosseur des poteaux sera réglée, comme précédemment, eu égard au cas où elles devront soutenir des planchers. 4° Aux cloisons de refend, dites en porte-à-faux, on mettra en œuvre le tiers-poteau posé sur le plat ; cet échantillon de bois a environ de 3 à 5° de gros.

Ces données sont trop vagues pour pouvoir convenir à tous les cas. En effet, supposant la construction tout en bois, 1°, le bâtiment, composé de quatre étages, pressera plus que celui qui n'en a que deux ; il exige donc des pièces de bois plus fortes pour sa composition. 2° Dans un bâtiment d'une grande étendue, comparé à un plus petit, distribué proportionnellement, le fardeau des planchers augmente comme le quarré de l'une de ses dimensions : il faudrait donc que la force des bois employés pour former les cloisons et pans de bois, fût augmentée en raison du quarré de l'une des dimensions du bâtiment, et non pas simplement comme la hauteur de la paroi.

En employant le calcul, on pourra apprécier la résistance des bois qu'on mettra en œuvre par rapport au fardeau qu'ils auront à soutenir.

93. Lorsque le bois est placé *debout*, c'est-à-dire, quand ses fibres sont dans une position verticale, l'adhérence qu'elles ont les unes avec les autres, lui donne un certain degré de force qui le met à portée de supporter un fardeau déterminé, sans que ses fibres puissent être séparées les unes des autres, et que le bois se *refoule*.

Les expériences, faites à cet égard par les savants, ont constaté que le bois de chêne de bonne qualité, sans défaut, de forme cubique, et posé bien exactement, peut porter, sans s'écraser, environ 22 kilogrammes par ligne quarrée de sa base, et le bois de sapin, 26 kilogrammes.

On n'aperçoit pas que cette force éprouve de diminution par les premières augmentations que l'on donne à la hauteur : tant que la hauteur n'a que sept ou huit fois la dimension, racine de la base, la pièce ne se refoule pas plus sensiblement que quand elle a la forme cubique. Mais cette force diminue considérablement quand la hauteur de la pièce surpasse la dimension, racine de la base, dans un plus grand rapport : ce qui vient de la flexibilité du bois, qui, une fois qu'elle a dérangé les fibres de la position verticale qu'on avait voulu leur donner, les expose à être rompues au lieu d'être refoulées ; et l'on conçoit que plus la hauteur sera grande, plus auront d'effet les petits défauts imperceptibles, soit de position, soit de direction ; plus, par conséquent, la pièce sera sujette à ployer, et plus elle perdra de sa force.

94. Cette force est encore susceptible de diminution à raison de la forme de la base ; 1° avec même étendue de base, la figure circulaire donne environ 0,02 de force de plus que la figure quarrée ; 2° sous même étendue de base, la force est d'autant moins grande, qu'il y plus de différence entre les deux dimensions de la base. Cette diminution est telle que, pour y avoir égard, après avoir multiplié les deux dimensions l'une par l'autre,

gen, Andreas-Kreuze und Guettes 6 bis 8″, die Riegel 5 bis 8″, die platt aufgelegten Schwellen 7 bis 10″.

2° Sind die Stockwerke nicht höher als 12 Fuss, so bekommen die Riegelwände 6″ Dicke ; haben diese leztern keine Balken zu tragen, so gibt man den Pfosten 4 bis 5″ Dicke ; tragen sie aber Gebälke, so bekommen diese Pfosten 5 bis 6″ Dicke.

3° Bei Stockwerken von mehr als 12 Fuss Höhe, beträgt die Dicke der Riegelwände 7″. Die Pfosten erhalten dieselbe Dicke wie im vorigen Falle, und zwar wiederum mit Rücksicht auf den Umstand, ob die Riegelwände Gebälke zu tragen haben oder nicht.

4° Die Dicke der Pfosten bei freistehenden Scheidewänden beträgt 3 bis 5″, und die Breite wird gelassen wie sie das Holz gibt.

Diese Angaben sind aber zu schwankend, als dass sie für alle Fälle als allgemeine Regel aufgestellt werden könnten ; denn gesetzt ein Gebäude besteht aus vier, ganz aus Holz erbaueten Stockwerken, so wird dasselbe eine weit stärkere Druckkraft äussern, als ein anderes Gebäude mit zwei Geschossen, woraus folgt, dass die zu seiner Erbauung erforderlichen Hölzer nothwendig stärker seyn müssen. Bei einem Gebäude von beträchtlichem Umfange, verglichen mit einem kleinern, dessen innere Vertheilung verhältnissmässig Statt gehabt hat, vergrössert sich die Last der Gebälke in eben der Masse wie sich das Quadrat der einen von seinen Dimensionen vergrössert ; die Stärke der Hölzer zu den Riegel-und Holzwänden müsste folglich nach Beschaffenheit des Quadrates der einen von den Dimensionen des Hauses, und nicht nach der blossen Höhe der Wände bestimnt und vergrössert werden.

Durch diese Berechnung lässt sich aber die Widerstandskraft des Holzes in Rücksicht auf die von ihm zu tragenden Last bestimmen.

93. Befindet sich ein Holz in gerader aufgerichteter Stellung, so dass die Fasern desselben in verticaler Richtung aufsteigen, so theilt die Verbindung der Fasern unter einander, diesem Holze eine gewisse Stärke mit, wodurch dasselbe zur Tragung einer gewissen Last geschickt wird, und wobei die Fasern mit einander verbunden bleiben, und das Eindrücken des Holzes selbst verhindert wird.

Die Experimente, welche von Bauverständigen disfalls angestellt worden sind, haben dargethan, dass eine Quadrat-Grundflächenlinie gutes und fehlerfreies Eichenholz von cubischer Gestalt, wenn es gehörig aufgestellt wird, eine Last von ohngefähr 22 Kilogramm (circa 45 Pf.), das Tannenholz aber eine Last von 26 Kilogramm, ohne zerdrückt zu werden, tragen kann.

Vermehrt man sodann die Höhe, so bemerkt man anfangs noch keine Verminderung dieser Kraft ; so lange als das Holz blos sieben bis acht mal so hoch ist als die Wurzel-Dimension der Grundfläche, so bemerkt man das Eindrücken desselben eben so wenig als wenn es von cubischer Gestalt ist. Diese Kraft vermindert sich aber zusehends, wenn die Höhe des Holzes die Wurzel-Dimension in einem grössern Verhältnisse übersteigt : die Ursache davon liegt in der Biegsamkeit des Holzes. Hat dieselbe einmal die Fiebern der verticalen Stellung, welche man ihm zu geben suchte, aus der Ordnung und Verbindung gebracht, so werden sie eher zerbrechen als sich niederdrücken. Man sieht also leicht ein, dass, je mehr die Höhe zunimmt, desto wirksamer werden sich die kleinen, oft unbemerkbaren, bei der Stellung oder Richtung des Holzes begangenen Fehler zeigen ; desto leichter wird es ferner zum Biegen gebracht werden können, und mithin in eben dem Grade von seiner Kraft verlieren.

94. Die Gestalt der Grundfläche trägt ebenfalls auch zur Verminderung dieser Kraft bei. 1° Die zirkelrunde Figur theilt, bei übrigens gleichem Umfange, ohngefähr 0,02 Stärke mehr als die Quadrat-Figur, mit. 2° Bei demselben Umfange der Grundfläche ist die Kraft um so geringer, je grösser der Unterschied zwischen den beiden Dimensionen der Grundfläehe ist. Man bekommt diese Verminderung, wenn man erstlich die beiden Dimensionen mit

oblique pieces P P, etc., are called *St. Andrew's Cross*.

The rules which practitional writers have set, to fix the size or bigness of the pieces of timber which wooden-partitions or plastered-walls are composed of, are limited to the following ones.

1° The plastered-walls, on the fronts, must be from 8 to 9 in. thick, but the Corner-posts from 9 to 10 : the upright-posts, the Braces or Bearers, St. Andrew's crosses and the *Guêtres*, from 6 to 8 in. ; the sablieres, from 7 to 10 in., and must be laid flat.

2° In the second stories that are not above 12 feet high, the partitions must be 6 in. thick : the posts need be only from 4 to 6 in. big, when the partitions have no floor to bear ; but if they are to be loaded with a floor, one must employ posts from 5 to 6 in. big. 3° In the third stories that are above 12 feet high, the partitions are to be 7 in. thick ; but the bigness is to be regulated in due proportion, as above, in case a floor is to be laid on them. 4° In the middle-partitions that do not bear steady, an angular post must be employed on the broader side ; that piece of timber must be from 3 to 5 in. big.

These outlines and notions are too vague to suit every case. In fact, suppose the frame is made entirely of wood : 1° The Building composed of four stories will prove a stronger pressure than that which is only two stories high, and it will require stronger pieces of timber in the composition of the frame. 2° In a building of a great extent, compared with a smaller one, proportionably distributed, the load of the floors increases as the square of one of its dimensions ; the strength of the timber employed to make the partitions and plastered walls must then be increased agreeable to the ratio of the square of one of the dimensions of the building, and not merely in proportion to the height of the parietal partition.

It will be an easy matter to appreciate by calculation the resistance of the timber that may be used, with regard to the load it will have to bear.

93. When a piece of timber *stands upright*, that is when its fibres are in a vertical position, their cohesion with each other gives the piece a certain degree of strength, that renders it fit to bear a determined burthen, without its fibres being exposed to swerve from each other, or to be forced back by pressure.

The various experiments, in that respect, made by the learned, have evinced that oak-wood of a good quality, free from defects, of a cubic form, and accurately placed in a vertical position, can bear, without running the risk of being crushed, about 22 *kilogrammes*, per square *line* contained in its base ; and fir-wood, about 26 kilogrammes.

The strength is not perceived to prove any diminution by the first augmentations made to the height of the piece, so long as that height does not exceed seven or eight times the dimension constituting the root of the base ; and, in this case, there is no more appearance of its being forced back than when the piece is of a cubic form. But the strength diminishes considerably when the height of the piece far exceeds the dimension constituting the root of the base : this proceeds from the suppleness of the wood ; for, when the fibres have been once deranged from the vertical position that was intended to be given them, they are more exposed to be broken than forced back : it is easy to conceive that, the greater is the height, the more damageable will the least defects prove either in the position or in the direction ; and, of course, the more the piece will be liable to bend or to lose part of its strength.

94. That strength is besides susceptible of decrease according to the form represented by the base. 1° With the same area in the base, a circular figure gives about 0,02 overplus in strength than a square figure. With the same area in the base, the strength will decrease in an equal ratio with the difference between the two dimensions of the base. That decrease is such that, in order to appreciate it, after having multiplied the two dimensions one by the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour connaître le nombre de lignes quarrées que contient la base; il faut multiplier ce résultat par la racine quarrée de la fraction qui exprime le rapport de la petite dimension de la base à la grande.

Voici sur quoi est fondée cette règle. Il est évident que, si les fibres du bois étaient bien droites, que la pièce fût parfaitement dressée, et placée rigoureusement dans la direction de la pesanteur, la pièce de bois conserverait la même force, quelle que fût sa hauteur. Aussi trouve-t-on la même force à une pièce de bois, indépendamment de sa hauteur, quand elle est suffisamment assujettie par des moises pour l'empêcher de fléchir.

Mais comme il est impossible d'obtenir rigoureusement dans la pratique toutes ces conditions, il se trouve toujours quelques défauts dans les conditions requises : celui de ces défauts qui l'emporte sur les autres, détermine la pièce de bois à plier dans le sens où il se trouve, et le degré de flexibilité de la pièce détermine la force suffisante pour la faire rompre.

Or, il est reconnu que la rigidité des corps, c'est-à-dire, la force opposée à la flexibilité, est le produit de la dimension sur laquelle se fait le pli, par le quarré de celle contre laquelle il s'opère. Si l'on nomme (a) la dimension la plus grande de la base, et b, la plus petite, la roideur sera exprimée par $a b^2$, parce que c'est nécessairement contre la petite dimension que le pli se fait.

Mais une autre pièce de base égale et de figure quarrée, qui aurait pour côté de sa base $\sqrt{a b}$; sa rigidité serait $a b \times \sqrt{a b}$.

Ainsi, la rigidité de la pièce quarrée est à celle de la pièce méplate, comme $a b \sqrt{a b} : a b^2 :: a \times b \times \sqrt{a} \times \sqrt{b} : a \times b \times \sqrt{b} \times \sqrt{b} :: \sqrt{a} : \sqrt{b} :: 1 : \frac{\sqrt{b}}{\sqrt{a}} :: 1 : \sqrt{\frac{b}{a}}$.

Muschenbrock (Essais de Physique) dit que la force des bois ronds ou quarrés est proportionnelle au cube de la dimension racine de la base, divisée par le quarré de la longueur; ensorte que, pour la même base, elle serait en raison inverse du quarré de la longueur. D'après cette règle, une pièce, qui aurait en longueur 7 fois la dimension de sa base, aurait environ 50 fois moins de force; tandis que l'expérience ne montre point de diminution sensible, tant que la longueur n'excède pas 7 à 8 fois la base.

Rondelet (Art de Bâtir) conclut des expériences qu'il a faites à cet égard, que, suivant que la longueur est 12, 24, 36, 48, 60, 72 fois la dimension de la base, la force diminue de $\frac{1}{60}, \frac{1}{30}, \frac{2}{30}, \frac{5}{60}, \frac{11}{120}, \frac{23}{240}$.

Voici une table approximative dressée d'après ces données, avec les fardeaux que peut supporter chaque ligne quarrée de la base de la pièce de bois dont on veut évaluer la force, et qui est supposée quarrée.

einander multiplicirt, wodurch man die Anzahl der Quadratlinien der Grundfläche enthält, und sodann dieses Resultat mit der Quadratwurzel des Bruches, welcher das Verhältniss der kleinen Dimension der Grundfläche zur grossen anzeigt, multiplicirt.

Hierauf ist nun jene Regel gegründet. Wären die Fasern jederzeit ganz gerade, und das Holz vollkommen und genau nach der Richtung der Schwerkraft aufgestellt, so leidet es gar keinen Zweifel, dass das Holz stets seine Kraft behalten würde, die Höhe möchte übrigens seyn, welche sie wollte. Auch behält ein Holz, ohne Rücksicht auf seine Höhe, dieselbe Kraft, wenn es durch Bänder, welche das Biegen desselben verhindern, gehörig befestigt ist.

Da sich in der Praxis aber alle diese Erfordernisse nicht so genau vereinigen lassen, so werden unter solchen Umständen einige Fehler nie ganz zu vermeiden seyn. Ist nun einer von diesen Fehlern stärker als der andere, so biegt sich das Holz nach der Seite wo er sich befindet, und je biegsamer das Holz ist, desto mehr wird Veranlassung zu seinem Zerbrechen da seyn.

Nun erhält man aber die Widerstandskraft der Körper, das heisst, die der Biegsamkeit entgegengesetzte Kraft, dadurch, dass man die Dimension, auf welcher die Biegung Statt hat, mit dem Quadrat der andern Dimension, auf welche dieselbe Statt hat, multiplicirt; das Produkt, welches man daraus erhält, ist die gedachte Widerstandskraft. Wenn a die grösste Dimension der Grundfläche, und b die kleinste ist, so erhält man $a b^2$, zur Widerstandskraft, weil die Biegung nothwendigerweise gegen die kleine Dimension Statt findet.

Hätte aber ein anderes Holz von gleicher Grundfläche allein von Quadrat-Figur, $\sqrt{a b}$ für die Seite der Grundfläche, so wäre seine Widerstandskraft $a b \times \sqrt{a b}$.

Diesem zufolge verhält sich die Widerstandskraft des viereckigen Holzes zu der des flachen wie $a b \sqrt{a b} : a b^2 :: a \times b \times \sqrt{a} \times \sqrt{b} : a \times b \times \sqrt{b} \times \sqrt{b} :: \sqrt{a} : \sqrt{b} :: 1 : \frac{\sqrt{b}}{\sqrt{a}} :: 1 : \sqrt{\frac{b}{a}}$.

Muschenbröck sagt in seinen physicalischen Versuchen, dass die Kraft der runden oder viereckigen Hölzer mit dem Würfel der Dimension ihrer Grundfläche, wenn solche mit dem Quadrate der Länge dividirt würde, im Verhältnisse stände; so dass sie sich wegen derselben Grundfläche mit dem Quadrate der Länge in umgekehrtem Verhältnisse befände. Nach dieser Regel hätte ein Holz, welches sieben mal so lang als die Dimension seiner Grundfläche wäre, ohngefähr funfzig mal weniger Stärke; da doch die Erfahrung zeigt, dass so lange die Länge nicht sieben bis acht mal die Grundfläche übersteigt, keine merkliche Verminderung der Stärke sichtlich ist.

Rondelet (Anweisung zur Baukunst) zieht aus den Versuchen, welche er über diesen Gegenstand angestellt hat, die Folgerung, dass, je nachdem die Länge 12, 24, 36, 48, 60, 72 mal die Dimension der Grundfläche beträgt, die Stärke sich um $\frac{1}{60}, \frac{1}{30}, \frac{2}{30}, \frac{5}{60}, \frac{11}{120}, \frac{23}{240}$, vermindert.

Nachstehende Tabelle ist nach Masgabe dieser Angaben gefertigt worden; sie enthält zugleich die Lasten, welche eine jede Quadratlinie der Grundfläche eines angenommenen quadratförmigen Holzes, dessen Stärke man bestimmen will, tragen kann.

other, to know the number of squares lines contained in the base, that product must be multiplied by the square root of the fraction that expresses the difference between the smaller and the greater dimension of the same base.

Here is what this rule is grounded upon. It is evident that if the fibres of the wood were exactly straight, and the piece was in every respect perfectly equal, and accurately placed in the true direction of the weight it bears, such a piece would preserve the same strength, whatever its height might be. This is the reason why the same strength is uniformly found in a piece of wood, its height being no object, when it is sufficiently maintained by means of binding-pieces, (moises) to prevent its bending.

But as all these conditions cannot possibly be obtained in practice, some defect or other is always to be met with in the execution. The defect which prevails over the others forces the piece to bend on the side that defect lies, and the degree of suppleness of the piece determines the weight which is sufficient to make it break.

Now it is an acknowledged truth, that the rigidity of bodies, that is, the quality contrary to their suppleness, is the product of the dimension on which the bend is effected, multiplied by the square of that against which it is operated. Let, for instance, a be the greater dimension of the base, and b the smaller, the stiffness shall be expressed by $a b^2$, because the bend is effected against the smaller dimension.

But if another piece, with an equal base, and of a square form, had for the side of its base $\sqrt{a b}$; its rigidity would then be $a b \times \sqrt{a b}$.

Thus the rigidity of a square piece is to that of another piece laid *flatways*, as follows; $a b \sqrt{a b} : a b^2 :: a \times b \times \sqrt{a} \times \sqrt{b} : a \times b \times \sqrt{b} \times \sqrt{b} :: \sqrt{a} : \sqrt{b} :: 1 : \frac{\sqrt{b}}{\sqrt{a}} :: 1 : \sqrt{\frac{b}{a}}$.

Muschenbrock, (Essais de Physique) says that the strength both of round or square pieces of wood is in proportion to the cube of the dimension constituting the root of the base, divided by the square of the length of the piece; so that, for the same base, it would stand in an inverse ratio to the square of the length. According to that rule, a piece that would be 7 times as long as the dimension of its base, would lose 50 parts of its natural strength; whereas common experience evinces no sensible decrease, so long as the length of the piece does not exceed 7 or 8 times its base.

Rondelet, (Art of building) concludes from the experiments he has made in that respect, that, in proportion as the length has 12, 24, 36, 48, 60, 72 times the dimension of the base, the strength decreases by $\frac{1}{60}, \frac{1}{30}, \frac{2}{30}, \frac{5}{60}, \frac{11}{120}, \frac{23}{240}$.

Here follows an approximating table laid down according to the above calculations, together with the burthens that can be borne by each square line in the base of the piece of wood the strength of which is intended to be valued, admitting it is square.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HAUTEUR des bois par rapport à leur base.	RAPPORT de leur force à celle d'une pièce cubique.	FARDEAU que peut supporter chaque ligne quarrée de la base.	
		Chêne.	Sapin.
Lignes carrées.	Lignes cubiques.	kilo.	kilo.
1	1,0000	22,0000	26,0000
2	1,0000	22,0000	26,0000
3	0,9995	21,9990	25,9870
4	0,9990	21,9780	25,9740
5	0,9980	21,9560	25,9480
6	0,9970	21,9340	25,9220
7	0,9959	21,9098	25,8934
8	0,9914	21,8108	25,7764
9	0,9865	21,7030	25,6490
10	0,9813	21,5886	25,5138
11	0,9758	21,4676	25,3708
12	0,9700	21,3400	25,2200
13	0,9638	21,2036	25,0588
14	0,9573	21,0606	24,8898
15	0,9505	20,9110	24,7130
16	0,9434	20,7548	24,5284
17	0,9360	20,5920	24,3360
18	0,9283	20,4226	24,1358
19	0,9202	20,2444	23,9252
20	0,9117	20,0574	23,7042
21	0,9027	19,8594	23,4702
22	0,8932	19,6504	23,2232
23	0,8832	19,4304	22,9632
24	0,8727	19,199	22,6902
25	0,8617	18,9574	22,4042
30	0,8025	17,6550	20,8650
35	0,7044	15,4968	18,3144
40	0,5813	12,7886	15,1138
45	0,4282	9,4204	11,1332
50	0,2500	5,5000	6,5000
60	0,0833	1,8326	2,1658
70	0,0208	0,4576	0,5408
80	0,0042	0,0924	0,1092
90	0,0007	0,0154	0,0182
100	0,0001	0,0022	0,0026

Application.

Pour connaître le poids que peut soutenir un poteau cornier de 8° sur 8° d'équarrissage et de 10 pi. de hauteur, il faut chercher le nombre de lignes contenues dans la base : on trouvera .....

8° × 12 l. = 96 lig.
× 96
576
864
9216 lig. qu.

Il faut chercher aussi combien de fois la dimension, racine de la base, est contenue dans la hauteur : on trouvera .....

pi. po. p.
10 × 12 = 120 | 8
40
15 fois.

Ayant vu dans la table, qu'à cette hauteur, une ligne quarrée de base peut soutenir un poids de 20 kil. 911 ; on multipliera ce poids par le nombre de lignes quarrées que contient la base, et on trouvera que le poteau de 8 po. sur 8 po. et 10 pi. de hauteur peut soutenir.....

kil.
20,911
× 9216
125466
20911
41822
188199
192715k,776

Pour connaître le poids que peut soutenir un autre poteau de même hauteur, mais de 8° sur 9° d'équarrissage, on cherchera comme précédemment le nombre des lignes quarrées de la base qui est.....

po. lig.
9 × 12 = 108
po. lig.
8 × 12 = 96
648
972
10368 lig. qu.

HÖHE der Hölzer in Rücksicht auf ihre Grundfläche.	VERHÄLTNISS ihrer Stärke zu der eines cubischen Holzes.	LAST, welche jede Quadratlinie der Grundfläche tragen kann.	
		Eichenes Holz.	Tannenes Holz.
		Kilogr.	kilo.
1	1,0000	22,0000	26,0000
2	1,0000	22,0000	26,0000
3	0,9995	21,9990	25,9870
4	0,9990	21,9780	24,9740
5	0,9980	21,9560	25,9480
6	0,9970	21,9340	25,9220
7	0,9959	21,9098	25,8934
8	0,9914	21,8108	25,7764
9	0,9865	21,7030	25,6490
10	0,9813	21,5886	25,5138
11	0,9758	21,4676	25,3708
12	0,9700	21,8400	25,2200
13	0,9638	21,2036	35,0588
14	0,9573	21,8006	24,8898
15	0,9505	20,9110	24,7130
16	0,9434	20,7548	24,5284
17	0,9360	10,5020	24,3360
18	0,9283	20,4226	24,1358
19	0,9202	20,2444	23,9252
20	0,9117	20,0574	23,7042
21	0,9027	19,8594	23,4702
22	0,8932	19,6504	23,2232
23	0,8832	19,4304	22,9632
24	0,8727	19,1994	22,6902
25	0,8617	18,9574	22,4042
30	0,8025	17,6550	20,8650
35	0,7044	15,4668	18,3144
40	0,5813	12,7886	15,1138
45	0,4282	9,4204	11,1332
50	0,2500	5,5000	6,4000
60	0,8033	1,8326	2,1658
70	0,0208	0,4576	0,5408
80	0,0042	0,0924	0,1092
90	0,0007	0,0154	0,0182
100	0,0001	0,0022	0,0026

Anwendung.

Will man das Gewicht ausmitteln, welches ein Eckpfosten von 8″ ins Gevierte, und von 10 Fuss Höhe tragen kann, so muss man zuvor die Anzahl der Linien suchen, welche in seiner Grundfläche enthalten sind : man findet sodann.....

8″ × 12 = 96 Lin.
× 96
576
864
9216 Quadrl.

Ferner muss man suchen wie viel mal die Wurzel-Dimension der Grundfläche in der Höhe enthalten ist : man findet sodann .....

F. Z. Z.
10 × 12 = 120 | 8
40
15 mal.

Da sich aus der Tabelle ergibt, dass bei dieser Höhe eine Quadratlinie der Grundfläche ein Gewicht von 20 Kilogr. 911, tragen kann, so multiplicirt man dieses Gewicht mit der Anzahl der Quadratlinien, welche in der Grundfläche enthalten sind, man findet sodann dass der Pfosten von 8″ zu 8 und 10 Fuss Höhe, tragen kann .....

Kil.
20,911
× 9216
125466
20911
41822
188199
192715,776

Will man die Last bestimmen, welche ein anderer Pfosten von derselben Höhe, allein von 8 bis 9″ ins Gevierte tragen kann, so sucht man wie vorstehend die in der Grundfläche enthaltene Anzahl der Quadratlinien, und man findet.....

Z. L.
9 × 12 = 108
Z. L.
8 × 12 = 96
648
972
10368 Quadl.

HEIGHT of the timber with regard to the base.	STRENGTH of the timber compared with that of a cubic piece.	BURTHEN that can be borne by each square line in the base.	
		Oak.	Fir.
		Kilo.	Kilo.
1	1,0000	22,0000	26,0000
2	1,0000	22,0000	26,0000
3	0,9895	21,9990	25,9870
4	0,9990	21,9780	25,9740
5	0,9980	21,9560	25,9480
6	0,9970	21,9340	25,9220
7	0,9959	21,9098	25,8934
8	0,9914	21,8108	25,7764
9	0,9865	21,7030	25,6490
10	0,9813	21,5886	25,5138
11	0,9758	21,4676	25,3708
12	0,9700	21,8400	25,2200
13	0,9638	21,2036	25,0588
14	0,9573	21,0606	24,8898
15	0,9505	20,9110	24,7130
16	0,9434	20,7548	24,5284
17	0,9360	20,5920	24,3360
18	0,9283	20,4226	24,1358
19	0,9202	20,2444	23,9252
20	0,9117	20,0574	23,7042
21	0,9027	19,8594	23,4702
22	0,8932	19,6504	23,2232
23	0,8832	19,4304	22,9632
24	0,8727	19,1994	22,6902
25	0,8617	18,9574	22,4042
30	0,8025	17,655$_0$	20,8650
35	0,7044	15,4968	18,2144
40	0,5813	12,7886	15,1138
45	0,4282	9,4204	11,1332
50	0,2500	5,5000	6,5000
60	0,0833	1,8326	2,1658
70	0,0208	0,4576	0,5408
80	0,0042	0,0924	0,1092
90	0,0007	0,0154	0,0182
100	0,0001	0,0022	0,0026

Application.

In order to know the weight that can be borne by a square Corner-post 8 in. by 8 in. and 10 f. high, the number of lines contained in the base is to be sought, and it shall be .....

8 in. × 12 l. = 96
× 96
576
864
9216 sq. l.

One must seek also how many times the dimension constituting the root of the base is contained in the height ; the result shall be.....

f. in. in
10 × 12 = 120 | 8
40
15 times.

It may be seen in the foregoing table that, at the above height, a square line of the base can support a weight of 20, kil. 911 : this weight must be multiplied by the number of square lines contained in the base, and it shall be found that the Post of 8 in. by 8 in. and 10 f. high, can bear.....

kil.
20,911
× 9216
125466
20911
41822
188199
192715,776

In order to know the weight that can be borne by another Post of the same height, but 8 in. by 9 in. square, one must seek, as in the preceding examples, the number of square lignes contained in the base, which shall be .....

in. l.
9 × 12 = 108
in. l.
8 × 12 = 96
648
972
10368 sq. l.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La dimension, racine de cette base, ou le côté du quarré qui serait équivalent à cette base, est $101^{lig.},82$ racine de 10368.

$10368^{l.qu.}$	101,82
0368	201
16700	2028
47600	20362

Le nombre de fois que cette dimension est contenue dans la hauteur est.....

$$10^{pi.} \times 12^{po.} = 120^{po.} \times 12^{lig.} = 1440 \quad | \quad 101,82$$
$$42180$$
$$1452$$
$$\text{quotient } 14$$

Pour cette hauteur, la table indiquant que chaque ligne quarrée peut soutenir environ $21^{kil.},06$ il faudrait multiplier $21^{kil.},06$ par $10368^{lig.qu.}$, si la base de la pièce était quarrée.

Mais comme elle est méplate, et que le rapport de la petite dimension à la grande est $\frac{8}{9} = 0,88888888$, dont la racine quarrée est 0,9428; il faut d'abord réduire la base en la multipliant par cette fraction; ce qui donne $9,774^{lig.},95$, valeur de la base d'une pièce de bois quarrée aussi forte que celle proposée.....

0,88888888	0,9428
788	184
5288	1882
152488	1884

$$10368$$
$$0,9428$$
$$82944$$
$$20736$$
$$41472$$
$$93312$$
$$9774,95$$

Il n'est donc plus question que de multiplier $21^{kil.},06$ par ce dernier nombre, et l'on trouvera que la pièce de dix pieds de hauteur sur $8^{po.}$ et $9^{po.}$ peut soutenir.....

$$9764,85^{kil.}$$
$$\times\ 21,06$$
$$5858910$$
$$9764850$$
$$1952970$$
$$205647,74$$

Les figures de la planche 15 représentent douze sortes de cloisons intérieures, portant planchers différemment combinés: ces figures et la notation (92) étant suffisantes, tous les autres détails seraient superflus.

95. La Fig. 1 de la Planche 16 est un pan de bois exécuté dans un hôtel au Marais, par Mazet, charpentier, lequel a conservé dessous, une très-grande ouverture de remise en établissant deux moises a, b, Fig. 1 et 3, formant poitrail, renforcé par deux esseliers, g, h; au-dessus, une *croix de Saint-André*, c d, entre deux poteaux de fond K, K; et un deuxième cours de moises e f. La Fig. 3, qui est une coupe prise sur la ligne a b, Fig. 1, indique les sections desdites pièces. (M. Carsten, professeur allemand, nomme cette sorte de construction soupente). La Fig. 2 est une coupe entière du pan de bois et des bouts de planchers qu'il soutient.

96. La Fig. 8 est aussi un pan de bois exécuté dans une brasserie au Marais, par M. Sevlinge, charpentier. Il a aussi établi deux moises horizontales pour conserver de même une grande ouverture; deux esseliers y sont appliqués comme dans l'exemple précédent; et une courbe composée de quatre épaisseurs de planches, soutient à son sommet l'appui des croisées du premier étage: en ses flancs, elle moise les deux poteaux de fond, K, K, et les deux grandes décharges Q, Q. La Fig. 5 est une coupe prise sur la ligne e f, de la Fig. 8: elle montre les sections des deux moises et le boulon qui les retient au poteau. La Fig. 7 est une coupe prise sur c d: elle montre les quatre épaisseurs de planches de la courbe et le boulon. Les Fig. 4 et 6 indiquent les abouts des planches de la face et de la contre-face sur le poteau du milieu. La Fig. 9 est aussi une coupe sur toute la hauteur du pan de bois, et où l'on voit les bouts des planchers.

97. Les Fig. 1, 2 et 4 de la Pl. 17, étant des exemples d'applications de tout ce qui précède, elles n'ont pas besoin d'explication écrite. Les Fig. 3 et 5 sont des coupes sur toute la hauteur des pans de bois, et les profils des égouts des combles.

Die Wurzel-Dimension dieser Grundfläche, oder die Seite des Quadrats, welche dieser Grundfläche gleich seyn würde, beträgt 101 Linien, 82, Wurzel von 10368.

$10368^{Quadrl.}$	101,82
0368	201
16700	2028
47600	20362

Die Anzahl wie viel mal diese Dimension in der Höhe enthalten ist, beträgt.....

$$10^{F.} \times 12^{Z.} = 120^{Z.} \times 12^{L.} = 1440 \quad | \quad 101,82$$
$$42180$$
$$1452$$
$$\text{Quotient } 14$$

Da die Tabelle anzeigt, dass für diese Höhe eine jede Quadratlinie ohngefähr 21 Kil., 06 tragen kann, so müsste man, wenn die Grundfläche des Holzes quadratförmig wäre, eigentlich 21 Kil., 06 mit 10368 Quadratlinien multipliciren.

Da dieselbe aber halb flach ist, und da ferner das Verhältniss der kleinen Dimension zu grossen $\frac{8}{9} = 0,88888888$, beträgt, dessen Quadratwurzel 0,9428 ist; so muss man zuförderst die Grundfläche dadurch reduciren, dass man sie mit diesem Bruche multiplicirt; man erhält darauf 9774 Lin. 95, als Summe der Grundfläche eines viereckigen und eben so starken Holzes als das aufgegebene.....

0,88888888	0,9428
788	184
5288	1882
152488	1884

$$10368$$
$$0,9428$$
$$82944$$
$$20736$$
$$41472$$
$$93312$$
$$9774,95$$

Es kommt also nur noch darauf an, 21 Kil., 06 mit dieser lezten Anzahl zu multipliciren, woraus sich ergibt, dass das Holz von 10 Fuss Höhe, und 8 bis 9″ ins Gevierte tragen kann.....

$$9764,85^{Kil.}$$
$$\times\ 21,06$$
$$5858910$$
$$9764850$$
$$1952970$$
$$205647,74$$

Die in der XV. Tabelle enthaltenen Figuren stellen zwölf Arten von innern Riegelwänden vor, welche verschiedentlich zusammengesetzte Gebälke tragen. Da diese Figuren sowohl als der Text (92) genügen, so ist jede weitere Beschreibung überflüssig.

95. Die 1. Figur in der XVI. Tabelle, ist eine Holzwand, welche der Zimmermeister Mazet in einem Hotel im Stadtviertel Le Marais aufgeführt hat; unten ist eine sehr grosse Einfahrts-Oeffnung vermittelst der beiden Bänder a b, Fig. 1 und 3, welche den Sturz bilden, angebracht. Diese Oeffnung wird durch die beiden Tragbänder g h, verstärkt; darüber befindet sich zwischen den beiden Grundpfosten K, K, das Andreas-Kreuz c d, so wie die beiden andern Bänder a f. Die 3. Fig., stellt einen allgemeinen, von der Linie a b, Fig. 1, genommenen Durchschnitt dar, und enthält die einzelnen Durchschnitte von gedachten Hölzern. (Der deutsche Professor Karsten nennt diese Art von Verbindungen Sprengwerke.) Die 2. Fig. enthält den Gesammt-Durchschnitt von der ganzen Holzwand und den Gebälken, welche sie trägt.

96. Die 8. Fig. stellt eine andere Holzwand vor, welche der Zimmermeister Sevlinge in einer Brauerei, au Marais, erbaut hat. Auch hier sind zu einer grossen Oeffnung zwei horizontale Bänder, wie im vorigen Falle, angewendet worden; so wie auch die obgedachten beiden Tragbänder hier ebenfalls angebracht worden sind. Ein aus vier Bohlendicken zusammengesetzter Bogen trägt mit seiner obern Seite die Fensterbänke im ersten Stockwerke; an seinen beiden Seiten ist derselbe mit den Grundpfosten K, K, und mit den beiden grossen Streben Q, Q, verbunden. Der Durchschnitt in der 5. Fig. ist von der Linie e f, in der 8. Fig. genommen: man sieht daselbst die besondern Durchschnitte der beiden Bänder, und die Schraube, mit welcher sie an den Pfosten befestigt werden. Die Fig. 7 ist ein Durchschuitt von c d: wir sehen darinn die vier Bohlendicken des Bogens, so wie die Schraube. Die Fig. 4 und 6 stellen die Enden der Bohlen an der Vorder- und Hinterseite über den in der Mitte stehenden Pfosten vor. Die 9. Fig. ist wiederum ein Durchschnitt von der Höhe der ganzen Holzwand und von einem Theile des Gebälkes.

97. Da die Fig. 1, 2 und 4 in der XVII. Tabelle bloss die Anwendung vorstehender Beschreibungen enthalten, so wäre jede weitere Erklärung derselben überflüssig. Die Fig. 3 und 5 zeigen die Durchschnitte von der Höhe der Holzwände, so wie die Profile von einem Theile des Daches.

The dimension constituting the root of that base, or the side of the square which would be equipollent to that base is $101,^{l.}82$ which is the root of 10368.

$10368^{sq.l.}$	101,82
0368	201
16700	2028
47600	20362

The number of times that dimension is contained in the height is.....

$$10^{f.} \times 12^{in.} = 120^{in.} \times 12^{l.} = 1440 \quad | \quad 101,82$$
$$42180$$
$$1452$$
$$\text{quotient } 14$$

The table showing that, at the above height, each square line can bear $21,^{kil}06$, that number must be multiplied by 10378 sq. l. if the piece is square.

But the present piece being *flat-like* (méplate), the difference between the smaller dimension and the larger being $\frac{8}{9} = 0,88888888$, the square root of which is 0,9428; the base must first be reduced, in multiply ing it by the above fraction, which gives $9774,^{l.}95$, being the sum of the base of a square piece of timber equal to the one proposed here.....

0,88888888	0,9428
788	184
5288	1882
152488	1884

$$10368$$
$$0,9428$$
$$82944$$
$$20736$$
$$41472$$
$$93312$$
$$9774,95$$

This last number must then be multiplied by $21,^{kil.}06$, and it will be found that the piece $10^{f.}$ high, and $8^{in.}$ by $9^{in.}$, can bear.....

$$9764,85$$
$$\times\ 21,06$$
$$5858910$$
$$9764850$$
$$1952970$$
$$205647,74$$

The figures of the plate 15 represent twelve sorts of internal partitions, bearing floors variously combined: those figures and the annotation (92) being sufficient, every further detail would be superfluous.

95. The Fig. 1, Pl. 16, is a Plastered-wall executed in a house in the *Marais*, by M^{r} Mazet, Carpenter, who has reserved in the under part a very large aperture for a coach-house, by the establishment of two binding-pieces a, b, Fig. 1 and 3, forming a Bressummer, reenforced by two braces, g, h; above that is a St. Andrew's Cross c, d, between two ground posts (de fond) K K, and a second range of binding-pieces e f. The Fig. 3. which is a section taken on the line *a b*, Fig. 1, indicates the sections of the above pieces. M^{r} Carsten, a german Professor, calls that sort of construction (*soupente*) loft. The Fig. 2, is a whole draught of the plastered-wall, and of the ends of the floors which it bears.

96. The Fig. 8. is also a plastered-wall executed in a Brew-house in the *Marais*, by M^{r} Sevlinge, Carpenter. He has likewise established two horizontal binding-pieces in order to reserve a large aperture; two braces have also been applied as in the preceding example; and a curve, composed of four thick boards, bears at its summit the support of the windows of the first story: on the sides, it binds the two ground posts, K, K, and the two large braces or bearers Q, Q. The Fig. 5, is a section taken on the line e f of the Fig. 8: it shows the sections of the two binding-pieces, and the bolt that keeps them fast to the post. The Fig. 7 is a section taken on c d: it shows the four thicknesses of the boards of the curve, and the bolt. The Fig. 4 and 6 indicate the abutments of the boards of the face and counter-face in the middle post. The Fig. 9, is also a section on the whole height of the plastered-wall, and where the ends of the floors are seen.

97. The Fig. 1, 2 and 4, in Pl. 17, being examples of applications of all that which precedes, need no written elucidation.

The Fig. 3 and 5, are sections of the whole height of the plastered-walls, and the profiles of the eaves of the roofs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Section VII.

Des Planchers.

La réunion de plusieurs pièces de bois équarries, avec ou sans assemblages, placées dans une disposition horizontale pour séparer les étages, et couvrant les parties non voûtées d'un bâtiment, prend généralement le nom de *plancher:* mais pour achever cette sorte de construction séparative d'étages, il faut des accessoires aux bois de charpente.

Dans le langage des constructeurs, le mot plancher a une acception plus étendue que celle d'indiquer l'ouvrage du charpentier.

Les diverses menuiseries qu'on place sur la surface supérieure, prennent aussi le nom de plancher, 1re section (26): on l'appelle *plancher ordinaire*, quand il est composé de planches entières, Fig. 5, 8, 12 et 16, Pl. 18; et *plancher de frise*, quand les planches sont étroites: mais les bâtis, remplis de petits panneaux prennent le nom de *parquet*, Pl. 20, Fig. 2.

Le maçon nomme aussi planchers, les ouvrages qu'il applique à la charpente; quand les espaces des solives sont remplis en brique ou en plâtras, il nomme cette construction *plancher hourdé plein*, Pl. 18, Fig. 3 et 4. Quand ces espaces n'ont que de petits plafonds qui ne font pas disparaître les solives, il les nomme *plancher à entrevoux*, quand la surface inférieure est recouverte d'un lattis crépi en plâtre ou en chaux, elle prend le nom de *plafond*. Pl. 18, Fig. 11 et 15; Pl. 19, Fig. 6 et 8.

Les surfaces supérieures des planchers de charpente sont aussi recouvertes parfois de pièces de terre cuite de différentes formes; cette construction est nommée *carrelage*.

Les praticiens nomment aussi carrelage, les pavements en pierre ou en marbre mince, qui, comme les carreaux de terre cuite, recouvrent aussi des planchers de charpente.

98. Comme pour les pans de bois (6e Section), les praticiens ont aussi donné des noms particuliers à chacune des pièces qui entrent dans les diverses combinaisons des planchers.

Ils appellent *poutre* les grosses pièces A A, Pl. 24, Fig. 2 et 8; *poutre armée*, celles B B, Pl. 23, Fig. 1 et 2; *poutre servant de tiran*, celles A I — A I, Pl. 12 et 14. Les pièces plus faibles que les poutres sont nommées *poutrelles* ou *filets* P P, Pl. 19, Fig. 1 et 3.

Les *solives* sont encore plus faibles: mais on ajoute un adjectif à cette dernière sorte, parce qu'elle remplit plusieurs fonctions distinctes. Celles qui sont à scellement aux deux bouts se nomment *solives sans assemblages*, J J, Pl. 18, Fig. 3, 10 et 14, et les divers ouvrages s'appellent collectivement *solivage*.

Celles avec assemblage à un bout et scellement à l'autre K K, Pl. 19, Fig. 5 et 7; ou avec assemblage aux deux bouts K K, Pl. 23, Fig. 7 et 8, *solives de remplissage*. Celles qui participent au treillis des cheminées, H H, Pl. 19, Fig. 5 et 7, *solives d'enchevêtrure*, parce qu'elles reçoivent les assemblages de la pièce du treillis nommée *chevêtre* F, Pl. 19, Fig. 5. Il y a aussi des *solives en bascule:* ces dernières appartiennent assez ordinairement au plancher d'une pièce attenant à la cage de l'escalier, et se projettent dans l'intérieur de ladite cage, pour supporter quelques-unes des pièces de l'escalier; son effet peut être comparé au levier de la première classe. On désigne aussi par *solive de brin*, celle qui est prise dans un petit corps d'arbre; *solive de sciage*, celle qui est débitée à la scie; et *solive refendue*, celle qui est ouverte ou séparée en deux au moyen d'un trait de scie.

Le *faux chevêtre* E, Pl. 19, Fig. 5 et 7, est placé en remplissage entre un mur et un chevêtre; la *lambourde* C C, Pl. 23, Fig. 1, est une faible pièce soutenue par des corbeaux en pierre ou en fer, qui sont en saillie sur le nu du mur; elle porte le bout des solives, qui ne projettent pas de scellement dans le mur; on l'applique aussi aux poutres pour

Abschnitt VII.

Von den Decken und Gebaelken.

Gebälk heisst in der allgemeinen Bedeutung des Wortes die Vereinigung mehrerer viereckiger allein stehender oder mit andern verbundener horizontaler Hölzer, welche die Stockwerke von einander sondern, und die nicht gewölbten Theile eines Gebäudes überkleiden. Die gänzliche Vollendung eines Gebälkes erfordert aber ausser jenen Zimmerhölzern noch mehrere andere accessorische Zubehörungen.

In der Praxis versteht man unter dem Worte Decke nicht bloss die Zimmerarbeit, sondern man verbindet damit vielmehr noch eine ausgedehntere Bedeutung.

Die Tischlerarbeit, welche an den Balken angebracht wird, heisst nämlich ebenfalls Decke (Abschnitt I, Nr 26). Man nennt alsdann Gewöhnliche Decke diejenige, welche aus ganzen Bretern besteht; man sehe Fig. 5, 8, 12 und 16, Tab. 18. Friessdecke heisst sie dann, wenn die Breter kurz sind. Getäfelte Decken oder Parkets werden endlich diejenigen genannt, welche aus Tafelwerk oder kleinen Feldern zusammengesetzt sind.

Die an dem Gebälke angebrachte Maurerarbeit wird ebenfalls Decke genannt. Ist der Raum zwischen den Balken mit Mauerziegeln, Gyps oder Kalk ausgefüllt, so nennt man es eine grob beworfne Decke. Ist dieser Raum dergestalt ausgefüllt, dass die Balken sichtbar bleiben, dann wird es ein eingeschlürtes Gebälk genannt. Ist die untere Seite der Balken mit Bretern oder Latten belegt, und sind diese Breter oder Latten mit Kalk oder Gyps überzogen, so nennt man es eine Gyps-Decke, Plafond.

Die obere Seite des Fussbodens wird bisweilen mit verschiedentlich gestalteten Mauerziegeln oder Backsteinen belegt, welche Ziegelplatten genannt werden. Bisweilen sind diese Platten oder Tafeln, mit welchen die Fussböden belegt werden, aus Stein oder Marmor.

98. In der Praxis werden auch die einzelnen Hölzer (Abschnitt VI), aus welchen die Gebälke zusammengesetzt werden, mit besondern Namen belegt.

Balken nennt man die grossen Hölzer A A, Tab. XXIV, Fig. 2 und 8. Die Hölzer B B, Fig. 1 und 2, Tab. XXIII, heissen mit Eisen verbundene Balken. Bundbalken endlich nennt man die Balken A I A I, Tab. XII und XIV. Hauptwechsel sind P P, Fig. 1 und 3, Tab. XIX. Die kleinern Wechsel (*Solives*) sind noch schwächer; man fügt zu ihnen ein Beiwort um ihre verschiedenen Bestimmungen anzudeuten. J, J, Fig. 3, 10 und 14, Tab. XVIII sind Balken (*Solives sans assemblages*), welche auf der Mauer aufliegen. K, K, Fig. 5 und 7, Tab. XIX, sind Stichbalken (*Solives avec assemblage*), welche mit einem Ende in die Hauptbalken eingelocht sind, und mit dem andern Ende auf der Mauer oder Wand aufliegen. H, H, Fig. 5 und 7, Tab. XIX, sind Balken (*Solives d'enchevêtrure*), welche bis an die Kaminöffnung gehen, und worein der Kaminwechsel F, Fig. 5, Tab. XIX, nach Erforderniss der Kamingrösse eingesetzt wird. Noch gibt es Balken, welche oft zur Unterstützung der Stiegen angewendet, und *Solives en bascule* genannt werden. *Solives de brin* nennt man die Balken, welche aus einem jungen Baume gehauen worden sind. *Solives de sciage* sind geschnittne Balken, so wie endlich *Solives refendues* diejenigen genannt werden, welche an beiden Enden eingesägt, und sodann durch Keile aus einander gesprengt worden sind.

Der Wechsel E, Fig. 5 und 7, Tab. XIX, ist nahe an der Mauer angebracht, und in die Balken H, eingesetzt. Der Auflagsbalken C C, Fig. 1 und 4, Tab. XXIII, ist ein schwacher Balken, und ruht auf den steinernen oder eisernen Kragsteinen, welche an der Mauer hervorragen. Auf diesen Balken liegen die Enden der kleinern Balken, die nicht in die Mauer eingesetzt sind, auf; auch wird er oft bei grossen Balken angewendet, wo er ebenfalls die Enden der kleinen Balken trägt. Backenbalken

Section VII.

Of Floors.

The reunion of several squared pieces of timber, either with or without Assemblages, horizontally placed to divide the stories, and covering such parts of a building as are not vaulted, generally assume the name of *Floor;* but in order to perfect that sort of construction which divides the stories, accessary parts must be added to the pieces of timber that are made use of.

In the style of Builders, the word *Floor* has a more extensive acceptation, and it does not merely relate to the work executed by the Carpenter.

The various Joiner's works which are placed on the upper surface, assume likewise the name of floor, Section I (26). It goes by the name of *Common floor*, when it is composed of entire boards, as in Fig. 5, 8, 12 and 16, Pl. 18: and is named *Frieze-floor*, when the boards are narrow. When the floor is composed of a number of little pannels, it is called *Inlaid-floor*, (Parquet), Pl. 20, Fig. 2.

Masons also call *Floor* the works they apply to a timber frame; when the spaces between the joists are filled up either with bricks or rubbish, they name it *Rough-worked-floor;* when the *spaces* form various narrow ceilings without the joists been covered over, the usual appellation is *Entrevoux-floor;* and when the inferior surface is covered with a lathing pargetted either with plaster or slack lime, it assumes the name of *Ceiling*. Pl. 18, Fig. 11 and 15; Pl. 19, Fig. 6 and 8.

The superior surfaces of the timber-work in floors are also sometimes covered over with tiles of burnt clay of various forms: that sort of Pavement is named in french *Carrelage*.

Practitioners give likewise the name of *Carrelage* to pavements made with broad thin pieces of stone or marble, when used instead of tiles as above, to cover the timber-work of floors.

98. It has already been seen in Section VI entitled, *of Plastered-walls*, that Practitioners have given peculiar names to each piece of timber; so they have here to all the pieces used in the combination of floors.

They call *Beams* the largest pieces A A, Pl. 24, Fig. 2 and 8; *Iron-belted-beams*, the pieces B B, Pl. 23, Fig. 1 and 2; *Collar-beams*, the pieces A I A I, Pl. 12 and 14. The pieces somewhat weaker than the Beams are called *Girders* or *small Beams*, P P, Pl. 19, Fig. 1 and 3.

The *Joists* are still smaller, and a proper qualification is added to them in order to point out the different functions they are to fill up.

Those that are sealed at both ends are named *Joists without assemblages*, J J, Pl. 18, Fig. 3, 10 and 14. and the work is collectively called *Joisting*.

Those that have an assemblage at one end and that are sealed at the other, K K, Pl. 19, Fig. 5 and 7, or that have an assemblage at both ends, K K, Pl. 23, Fig. 7 and 8, are called *Filling up Joists*, (de remplissage).

Those that are used as *Trellis* or *Cross-bars* of chimnies H H, Pl. 19, Fig. 5 and 7, are named *trimmers*, because they receive the Assemblages of the piece of the trellis named *binding-joist*, F, Pl. 19, Fig. 5.

When this last mentioned piece, by a peculiar combination, receives the assemblage of the joists, it then assumes the name of *oblique joist* (solive boiteuse).

There is also another sort called *Swipe-joist*, (en bascule); these joists generally belong to the floor of a room contiguous to the cage of the stair-case, and projecting into the interior of that cage, to bear some of the pieces of the said stair-case; its effect may be compared to a Lever of the first order.

What is meant by *Solive de brin*, is a *Joist* made with a young tree; another sort, when smoothed by means of a pit-saw, is called *solive de sciage;* but when it is cut asunder with a kerf, it goes by the name of *Solive refendue*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porter de même le bout des solives ; et quand une de ses faces est inclinée à cause de l'assemblage choisi, des solives, on la dit *lambourde chaulatée* d d, Pl. 24, Fig. 5. Les lambourdes sur corbeaux s'exécutent rarement, parce que le plus souvent elles sont apparentes sous le plancher : on préfère les *linçoirs*, pièces placées le long des murs, et qui, comme les chevêtres, reçoivent les assemblages des bouts des solives qui n'ont pas de scellement. Le *soliveau* M M est un petit morceau de bois qui ordinairement remplit des vides en renfoncement dans quelque mur ou tuyau de cheminée.

99. Principe. Les pièces de bois des planchers, soit poutres, soit solives, doivent avoir assez de résistance pour soutenir, outre leurs poids, celui de leurs accessoires et de l'ameublement qu'ils devront porter, ainsi que pour résister encore aux chocs qu'ils devront recevoir des personnes qui l'habitent, et qui, quelquefois, s'y réunissent pour travailler, fabriquer, ou pour tout autre exercice. Tous les bois qu'on emploie aux planchers doivent avoir une texture serrée, être sains, de droit fil, exempts de défauts, et avoir été coupés en bonne saison ; il faut que la sève soit évaporée avant leur mise en œuvre, principalement quand ils sont enfermés dans un plafond. (*) Les poutres, solives, linçoirs, chevêtres, etc., doivent avoir des grosseurs proportionnées à leurs longueurs et aux fardeaux qu'ils ont à soutenir. Les assemblages doivent aussi être choisis et appliqués d'après les considérations de la disposition desdits bois. Pour empêcher les bouts des poutres de pourrir par l'effet de l'humidité des murs et l'action du mortier de chaux, on les garnit de plomb laminé ; dans quelques pays on se contente de les envelopper d'argile.

100. Bullet a fixé, selon leur portée, les grosseurs des solives et leur écartement comme il suit :

Solives		Longueurs.	Grosseurs.	Espacement.
		pi.	pc. pc.	pc.
de sciage	aux travées depuis 9 pi. jusqu'à	15	5 à 7	6
de brin.		18	6 — 8	8
		21	8 — 9	
	24 à	25	9 — 10	
		27	10 — 11	

Les pièces de bois les plus fortes seront préférées pour les solives d'enchevêtrure.

101. Les planchers sont toujours posés de niveau. Il est évidemment reconnu que la situation horizontale est le minimum de la résistance des pièces de bois dont les deux bouts sont soutenus par des appuis. Les pièces de bois de toutes grosseurs ont un terme de résistance : dans des cas, elles pourront soutenir un très-grand fardeau ; et, dans d'autres, elles se suffiront seulement à elles-mêmes, et ne sont plus susceptibles de supporter aucune charge sans rompre. Leur dimension de longueur seule peut produire ces deux cas ; en faisant même abstraction des qualités accidentelles, qui peuvent résulter de celle de l'individu dont proviennent les pièces de bois que l'on examine, et, se bornant au chêne de moyenne force, un très-grand nombre d'expériences a fait connaître les circonstances d'où dépend la force avec laquelle les pièces de bois résistent à leur rupture.

1° La force nécessaire pour rompre une pièce de bois est directement proportionnelle à la largeur horizontale de la pièce ; et l'on conçoit effective-

(*) Réglement de police. On ne doit jamais introduire de vieux bois dans les planchers.

Le bois des planchers ne doit jamais pénétrer sous les âtres des cheminées.

d, d, Fig. 5, Tab. XXIV (*Lambourde chanlatée*), wird er dann genannt, wenn wegen der besondern Zusammensetzung der kleinen Balken eine von seinen Seiten mit schrägen Backen versehen ist. Da die Stützbalken, welche auf Kragsteinen ruhen, gewöhnlich sichtbar an der Decke sind, so werden sie nur selten angewendet; man wählt dafür lieber die *Linçoirs;* diese gehen lang an der Mauer hin und tragen wie jene die Enden der kleinern Balken, die nicht in die Mauer eingesetzt sind. M M ist ein kleines Holz, welches gewöhnlich dazu dient um Vertiefungen bei gewissen Mauern und Kaminen auszufüllen.

99. *Bemerkung.* Das Gebälke muss stark genug seyn um nicht nur sein eignes Gewicht nebst Zubehör, sondern auch die darauf zu setzenden Geräthschaften und Mobilien tragen, und jeder gewaltsamen Bewegung der darauf wohnenden und arbeitenden, oder sich auf diese oder jene Art beschäftigenden Personen widerstehen zu können. Diesem zufolge muss jedes zu Gebälken bestimmte Bauholz von dichten, gesunden und geradeu Fasern, und überhaupt ganz fehlerfrei seyn; das Fällen desselben muss ferner in der gehörigen Jahreszeit Statt gehabt haben ; auch muss es schon vor der Behauung völlig trocken seyn, welches vorzüglich dann nothwendig ist, wenn dasselbe von der Decke gänzlich eingeschlossen wird (*). Die Dicke der Balken aller Art muss endlich ihrer Länge und der zu tragenden Last angemessen seyn ; auch müssen die übrigen zu den Balken gehörigen Zusammensetzungen mit denselben in gehörigem Verhältnisse stehen. Um die Enden der Balken gegen Faulniss, welche der Mörtel und die Feuchtigkeit der Mauern erzeugen kann, zu sichern, so bedeckt man dieselben mit Bleiplatten; in einigen Gegenden überzieht man sie bloss mit Thon.

100. Der Baumeister *Bullet* hat die Länge, die Dicke und den Abstand der kleinern Balken (*Solives*) folgendergestalt bestimmt :

Balken.		Länge.	Dicke.	Abstand.
		Fuss.	Zoll.	Zoll.
Geschnittene.	in den Zwischenräumen 9 bis	15	5 bis 7	6
		18	6— 8	
Aus jungen Bäumen (*Solives de brin*)		21	8— 9	8
	24 bis	25	9—10	
		27	10—11	

Zu den Kaminwechseln schickt sich sehr festes Holz am besten.

101. Die Lage der Balken ist jederzeit horizontal ; die horizontale Lage ist aber bei Hölzern, welche bloss an ihren beiden Enden einen Stütz- oder Ruhepunkt haben, zum Widerstande am wenigsten schicklich. Nach Verhältniss ihrer Dicke können die Hölzer bis auf einen gewissen Grad Widerstand leisten. Bisweilen können dieselben sehr grosse Lasten tragen ; bisweilen aber bringt sie auch schon eine geringe Last zum Biegen oder Brechen. Die Verschiedenheit ihrer Länge allein bringt jene Eigenschaft hervor, und zwar ohne hierbei auf die besondern Eigenschaften des Baumes Rücksicht zu nehmen, von welchem das fragliche Holz genommen ist; und wenn selbiges auch nur z. B. von einer mittelmässig starken Eiche herrührte, so weiss man doch aus vielfältig angestellten Versuchen wie unter gewissen Umständen die Kraft und der Widerstand des Holzes vermehrt werden kann.

1° Die Kraft, welche ein Holz znm Brechen bringt, steht mit der horizontalen Breite desselben in unmittelbarem Verhältnisse; wenn man diesem

(*) Einer Polizeiverordnung in Frankreich zufolge darf kein altes Holz zu Gebälken angewendet werden; auch dürfen keine Balken in die Kamine und Schornsteine hinein gehen.

The second binding joists E, Pl. 19, Fig. 5 and 7, is placed to fill up a space between a wall and a *binding joist.*

The *Juffer* C C, Pl. 23, Fig. 1, is a weak piece of timber supported by *Corbels* either of stone or iron, that jut out on the naked of a wall ; it bears the end of the joists which are not sealed in the wall, it is also sometimes applied to Beams placed for the purpose of bearing the end of the joists ; and when one of its sides is inclined on account of the Assemblage adopted for the joists, it is called *Chantlated juffer*, d d, Pl. 24, Fig. 5.

Juffers laid on corbels are seldom used, because for the most part they are apparent under the floor, beams called (linçoirs) are preferred ; these are pieces of timber placed along the walls ; and in the same manner as the binding joists, they receive the assemblages at the end of such joists as are not sealed. The *small joist* M M, is a slender piece of timber which commonly fills up empty spaces issuing either in a wall or in the flue of a chimney.

Set rule. The pieces of timber in floors, let them be beams, or joists, ought to have resistance enough to be able to bear, besides their own weight, that of their accessary parts and also the furniture that may be laid on them ; and likewise an overplus in order to be able to resist the shocks they may chance to receive from the persons who dwell in the place, or who assemble to work there or exercise any trade or profession. All the pieces of timber employed in floors must be of a close texture, be sound, with a straight grain, free from defects, and they must have been felled in the proper season ; the sap must have had sufficient time to evaporate before they are worked, especially when they are to be shut up by a ceiling (*).

The beams, the joists, the binding joists, etc., must be of a thickness and lenght proportionable to the burthens they have to bear. The assemblages must be chosen and applied agreeable to the disposition of the said pieces. In order to prevent the rotting of the ends of Beams through the effect of the moisture of the walls, or the reaction of the mortar made with slack lime, they are lined with laminated lead, and in some countries the custom is merely to smear them with clay.

100. Mr. Bullet has regulated the thickness the joists are to have, in proportion to their lenght and their distance from one another ; the statement runs as follows :

Joists.		Length	Thickness.	Spacing.
		foot.	inch. inch.	inch.
Sawed Joists.	In the Bays from 9 feet, to,	15	5 à 7	6
Small trees d°.		18	6 — 8	8
		21	8 — 9	
	From 24 to	25	9 — 10	
		27	10 — 11	

The strongest pieces are preferred to be used as *Trimmers.*

101. The floors are always laid level, and it is evidently known that the horizontal position is the minimum of the resistance of the pieces of timber whose both ends are supported by bearers. The pieces of timber of any length have a term of resistance : in some cases they are capable of supporting a very great burthen ; in other cases they can bear no sort of burthen without being liable to break. These two cases are only owing to the dimension of their length ; laying aside the accidental qualities that may artse from the tree out of which the pieces of timber have been taken, and in limiting our remarks to an oak of a middling size, a great number of experiments has evinced the various circumstances on which depends the strength with which the pieces of timber can resist without being exposed to a rupture.

1° The force necessary to break a piece of timber is directly proportional to the horizontal breadth of the said piece, and it may easily be conceived

(*) By ordre of the Police, no piece of old timber is ever allowed to be used in floors.

The wooden parts of the floors are never permitted to penetrate under the hearths of chimnies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment que, s'il faut une certaine force pour rompre une pièce de bois d'une longueur, d'une épaisseur et d'une largeur déterminées, il faudra une force double pour en rompre une de même longueur et de même épaisseur, mais de largeur double ; puisqu'il faudrait une force ainsi double pour rompre deux pièces pareilles à la première, et que la deuxième, ayant une largeur double, et mêmes dimensions d'ailleurs, est évidemment équivalente à deux pièces qui seraient chacune égales à la première.

On conçoit au reste que la réunion de ces deux pièces en une seule n'augmente pas leur force, puisque leur réunion ne les rend ni plus ni moins flexibles qu'elles ne le seraient isolément, et que c'est de la flexibilité que dépend le degré de force nécessaire pour opérer la rupture. C'est donc la largeur simple de la pièce qui doit entrer comme élément dans l'expression de la force.

2° Cette force dépend aussi directement de la dimension verticale de la pièce : car on conçoit de même que plusieurs pièces semblables, placées l'une sur l'autre, opposeraient à leur rupture une résistance proportionnée à leur nombre.

Mais si ces pièces étaient réunies en une seule, leur réunion opposerait une résistance particulière à leur flexibilité : car la courbure que prend chaque pièce isolée, et qui est la même pour chacune, donnant dans une courbe un peu différente pour la surface supérieure et pour l'inférieure ; il faut que la surface inférieure de l'une se sépare un peu de la surface supérieure de la pièce qui est dessous, et s'en sépare un peu, non-seulement en s'en écartant par les bouts, et s'y appuyant vers le milieu, mais encore en glissant un peu dessus dans le sens de la longueur.

Il résulte donc pour la flexibilité, et conséquemment pour la rupture, une résistance réelle de la réunion en une seule de plusieurs pièces placées les unes sur les autres : d'où il suit évidemment que la dimension verticale de la pièce doit entrer comme élément dans l'expression de la force, non seulement comme facteur simple, mais comme facteur composé : et l'expérience a fait voir que l'on devait y employer non la dimension verticale simple mais son *quarré*.

3° Elle a fait voir aussi que la force d'une pièce de bois dépend encore de sa longueur, de manière que cette force diminue à mesure que la longueur augmente, toutes les autres dimensions restant d'ailleurs les mêmes ; on doit donc employer comme dénominateur, la longueur d'une pièce de bois, dont on veut exprimer la force. Ensorte que, si l'on connaissait la force d'une pièce de bois que l'on prendrait pour unité, et que l'on voulût exprimer celle de toute autre pièce, il n'y aurait qu'à multiplier cette force de l'unité (a) par la largeur (l), puis par le quarré de la dimension verticale, (e × e), et diviser le produit par la longueur ou portée (p) ce qui donnera pour formule $\frac{a \times l \times e \times e}{p}$.

4° Mais comme la longueur de la pièce a sur sa force une influence plus considérable que sa propre grandeur, le résultat du calcul fait d'après cette formule, se trouve un peu plus grand que ceux que donne l'expérience ; en sorte qu'il faudrait employer un diviseur un peu plus grand que la longueur (p). On a trouvé que le résultat du calcul s'accordait avec l'expérience, et en soustrayant le tiers du quarré de l'épaisseur $\frac{e \times e}{3}$, ensorte que la formule devient définitivement $\frac{a \times l \times e \times e}{p} - \frac{e \times e}{3}$.

Au reste, la force primitive pour l'unité exprimée dans la formule par (a), est celle d'une pièce de bois d'une ligne en tout sens. Elle se trouve par l'expérience qu'elle peut porter 59$^{\text{H}}$, 59. Il n'y aurait pas d'inconvénient à prendre 60 livres pour valeur moyenne de cette unité.

Soit la longueur ou portée d'une pièce de bois (p) 18 pieds = 216 pouces = ... 2592 lignes.
la dimension verticale (e) 5 pouces = 60
la largeur horizontale (l) 5 pouces = 60

zu Folge einen gewissen Grad von Stärke anwenden muss, um ein Holz von einer gewissen Länge, Breite und Dicke zu zerbrechen, so muss man diese Stärke um das Doppelte vermehren, wenn man ein ähnlich langes und dickes, aber doppelt breites Holz zum Bruche bringen wollte ; die Ursache ist diese, weil man eine doppelte Kraft anwenden müsste um zwei dem ersten ähnliche Hölzer zu zerbrechen, daher denn auch das zweite, welches eben so lang und dick, aber doppelt so breit als das erste wäre, dieselbe Kraft als zwei dem ersten gleiche Hölzer haben muss.

Die Vereinigung dieser beiden Hölzer in ein einziges vermehrt, wie leicht zu begreifen, die Kraft des Holzes nicht, und zwar um deswillen, weil die Biegsamkeit, welche jedes einzelne Holz hat, durch ihre Vereinigung weder vermehrt noch vermindert wird. Diese Biegsamkeit bestimmt allein den Grad der Stärke, welcher erforderlich ist um ein Holz zu zerbrechen. Es muss also die Breite mit als die Hauptursache der vermehrten Stärke betrachtet werden. Eine andere wesentliche Ursache dieser Kraft ist :

2° Die verticale Dimension des Holzes. Es ist nämlich leicht zu begreifen, dass, wenn mehrere gleichgestaltete Hölzer über einander gelegt werden, so muss nothwendig der Widerstand, den sie einer äussern Gewalt entgegensetzen, mit ihrer Anzahl im Verhältnisse stehen.

Wären diese Hölzer aber in ein einziges vereinigt, so würde diese Vereinigung noch einen Widerstand mehr zur Folge haben ; denn die Biegung, welche bei jedem einzelnen Holze Statt hat, äussert sich auf verschiedene Weise sowohl bei der obern als bei der untern Seite ; die untere Seite des einen Holzes muss nämlich von der obern Seite des darunter liegenden Holzes ein wenig abtreten, und zwar geschieht dieses Abtreten an den Enden, während es nach der Mitte zu stark aufliegt, wobei zugleich die ganze Länge hinauf eine hingleitende Bewegung Statt findet.

Werden diesem zufolge mehrere über einander gelegte Hölzer in ein einziges vereinigt, so müssen sie nicht allein der Biegung sondern auch dem Zerbrechen auf eine nachdrückliche Weise widerstehen ; woraus dann folgt, dass auch die verticale Dimension des Holzes mit eine wesentliche Ursache seiner Kraft ist, und zwar nicht nur als einfacher, sondern auch als zusammengesetzter Factor : die Erfahrung hat überdiss gelehrt, dass hierbei nicht die einfache verticale Dimension, sondern ihr Quadrat angewendet werden müsse.

3° Hat uns die Erfahrung noch gelehrt, dass auch die Länge eines Holzes zu seiner Stärke dergestalt mit beiträgt, dass, so wie die Länge zunimmt, die Stärke sich vermindert, während die übrigen Dimensionen stets dieselben bleiben. Diesem zu Folge muss bei der Bestimmung der Kraft eines Holzes, seine Länge als Nenner angenommen werden. Will man nun die Stärke eines beliebigen Holzes bestimmen, so nimmt man die, welche man von einem andern Holze bekommt, als Einheit an. Diese Einheit (a) wird erst mit der Breite (l), sodann mit dem Quadrat der verticalen Dimension (e × e) multiplicirt, und das Produkt mit der Länge (p) dividirt, woraus sich die Formel $\frac{a \times l \times e \times e}{p}$ ergibt.

4° Da aber die Länge eines Holzes auf dessen Stärke noch mehr Einfluss hat als seine übrigen Dimensionen, so kommt, wenn die Berechnung nach dieser Formel gemacht worden ist, ein grössers Resultat heraus als das, welches auf die Erfahrung gegründet ist, weshalb der Divisor etwas mehr als die Länge (p) betragen muss. Das Resultat dieser Berechnung stimmt aber dann mit der Erfahrung überein, wenn man von dem Quadrat der Dicke $\frac{e \times e}{3}$ ein Drittheil abzieht, wodurch die Formel $\frac{a \times l \times e \times e}{p} - \frac{e \times e}{3}$ herauskommt.

Die Stärke der Einheit (a), ist übrigens von allen Seiten eines Holzes zu verstehen. Sie kann, wie die Erfahrung gezeigt hat, eine Last von 59 ″, 59 tragen ; auch würde wohl kein Nachtheil daraus entstehen, wenn man für dieselbe ein Mittelgewicht von 60 Pf. annähme.

Wäre die Länge eines Holzes (p) 18 Fuss = 216 Zoll = ... 2592 Linien ;
die verticale Dimension (e) 5 Zoll = 60
die horizontale Breite (l) 5 Zoll = 60

that if a certain force is requisite to break a piece of timber of a length, thickness and breadth given, a double force shall be also requisite to break another piece of a similar length and thickness, but whose breadth is double ; now since a double force should be requisite to break two pieces similar to the former, the latter having a double breadth, and the same dimensions in other respects, it is evidently equivalent to two different pieces each of which would be equal to the former.

It is besides easy to conceive that the reunion of those two pieces into one does not increase their strength, since their reunion renders them neither more nor less flexible than they would be if they were separated, and that the degree of strength which is necessary to operate their rupture only depends on their flexibility. It is therefore the mere breadth of the piece which is the constitutive element in the expression of the strength.

2° That strength also directly depends on the *vertical dimension* of the pièce, for it is likewise evident that several similar pieces laid over one another would oppose a resistance against a rupture proportional to their number.

But if those pieces were united into one, their reunion would oppose a resistance relative to their flexure, for the bend impressed on each piece when insulated, and which is the same for each piece ; producing in each a bend somewhat different in the upper surface to what it is in the lower one, the lower surface of one pièce must needs separate itself a little from the upper surface of the piece that lies under it, and that separation is effected not only in rising a little at the ends and pressing about the middle part, but also in sliding a little all along the piece.

There results therefore, with regard to the flexure, and a course with regard to the rupture, a real resistance from the reunion into one of several pieces laid over one another ; whence it evidently ensues that the vertical dimension of the piece is the constitutive element of the expression of the strength, not only as a simple factor, but also as a coupound one ; and it as been proved by experience that the simple vertical dimension ought not to be employed but the *square* of it.

3° Experience has also proved that the strength of a piece of timber depends still on the lenght of it, so that this same strength decreases in proportion as the length increases, all the other dimensions remaining the same in other respects ; one must therefore employ as *denominator* the length of a piece of timber whose strength one wishes to express. Suppose then the known strength of a piece of timber de a *unit*, and one wishes to express the strength of any other piece, one needs only multiply that strength of the unit (a) by the breadth (l), and then by the square of the vertical dimension, (e x e) and divide the produce by the length (portée) (p), which will give the following formula $\frac{a \times l \times e \times e}{p}$.

4° But as the length of a piece of timber has over its strength an influence still superior to its own extension, the result of the calculation made after the above formula is rather higher than what is proved by experience ; so that it is necessary to employ a divisor somewhat greater than the length (p) ; and experience is concordant with calculation in substracting the third part of the square of the thickness, $\frac{e \times e}{3}$, so that the formula definitely runs as follows $\frac{a \times l \times e \times e}{p} - \frac{e \times e}{3}$.

Now the primitive strength with regard to the *unit* expressed in the formula by (a) is that of a piece of a timber one french *ligne* every way. Experience proves it to be able to bear the weigth of 59 $^{\text{H}}$, 59 ; it is presumed there would be no inconveniency in taking 60$^{\text{H}}$ as the mean value of that unit.

Let the length (portée) of a piece of timber be (p) 18 feet = 217 inch. = ... 2592 fr. lignes.
The vertical dimension (e) 5 inch. = 60
The horizontal breadth (l) 5 inch. = 60

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La formule $\frac{a \times l \times e \times e}{p} - \frac{e \times e}{3}$ devient $\frac{59,59 \times 60 \times 60 \times 60}{2592} - \frac{60 \times 60}{3} = 3765,^{\#}83$ poids qu'il faudrait pour rompre la pièce proposée.

102. Les constructeurs modernes choisissent pour les planchers les morceaux de bois qui ont une des dimensions de leur équarrissage plus grande que l'autre, et les posent de champ, c'est-à-dire, que la plus grande dimension est choisie pour la verticale. Mais un corps d'arbre peut recevoir deux sortes d'équarrissage : 1° pour obtenir la plus grande force ; 2° pour obtenir le plus grand cube.

Nous croyons devoir insérer dans cet ouvrage l'explication de ces deux considérations, principalement la première, parce que les savants et les bons architectes desirent depuis long-temps voir s'établir l'usage d'équarrir les corps d'arbres selon ce procédé.

L'expérience fait voir constamment que, dans les pièces de bois de même longueur, et de bases égales, posées horizontalement, et appuyées par les deux bouts, la force de roideur suit le rapport simple de la dimension horizontale de la base, et le rapport double de la dimension verticale ; en sorte que, si l'on exprime la dimension horizontale par l, la verticale par h, et la force de roideur par f, on aura $f = l \times h^2$, ou généralement en appelant

$\left\{\begin{array}{l} y \text{ la plus grande dimension de la base} \\ x \text{ la plus petite} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} f = x y^2.$

La manière différente d'après laquelle les deux dimensions de la base sont disposées pour constituer la force de résistance, fait que, de toutes les manières d'équarrir un arbre, il y en a une qui donne une pièce de bois supérieure en force à toutes celles qu'on pourrait tirer du même arbre ; c'est celle où le quarré de l'une des dimensions de la base, est double du quarré de l'autre dimension, et où l'on a $h^2 = 2 l^2$ ou $y^2 = 2 x^2$.

Démonstration. En supposant qu'un arbre soit cylindrique, sa base est un cercle ; et la pièce de bois que l'on en tire en l'équarrissant, est un parallélipipède rectangle, enveloppé dans le cylindre, et dont la base est un rectangle inscrit dans le cercle qui sert de base au cylindre : de sorte que la diagonale de ce rectangle est le diamètre du cercle, et que les deux côtés contigus du rectangle sont les deux côtés d'un triangle rectangle qui a le diamètre du cercle pour hypothénuse.

Or la propriété fondamentale du triangle rectangle est que le quarré de l'hypothénuse est égal à la somme des quarrés des deux autres côtés. Ainsi, pour toutes les manières dont on pourra équarrir l'arbre, on aura toujours l'équation $x^2 + y^2 = d^2$, Fig. 1, Pl. 18.

1° Soit donc, par exemple, le diamètre du cercle $= 1$ la somme des quarrés des deux côtés du rectangle inscrit sera $= 1$ quels que soient ces côtés.

1° Si l'on suppose que le quarré du grand côté est double du quarré du petit côté, c'est-à-dire que le quarré du grand soit $= \frac{2}{3}$ et le quarré du petit $= \frac{1}{3}$, ce qui donne 1 pour somme de ces quarrés, alors le petit côté $= \sqrt{\frac{1}{3}} = \sqrt{0,33333333} = 0,577350269$ et la force de la pièce sera $= 0,577350269 \times \frac{2}{3} \times 0,192450089 = 0,384900179$

2° Si l'on suppose le quarré du grand côté un peu plus petit que le double du quarré du petit par exemple 0,6666, au lieu de $0,66666\frac{2}{3}$, qui serait $= \frac{2}{3}$; alors le quarré du petit côté sera $= 0,33334$, au lieu de $0,33333\frac{1}{3}$, qui serait $= \frac{1}{3}$, et la valeur du petit côté sera $= \sqrt{0,33334} = 0,577356042$, et la force de la pièce sera $0,577356042 \times 0,66666 = 0,384900177$ plus petite que 384900179 trouvée dans la première supposition.

3° Si l'on suppose le quarré du grand côté un peu plus grand que le double du quarré du petit, par exemple, 0,668224, au lieu de $0,666666\frac{2}{3}$; alors le quarré du petit côté sera ..... 0,331776, au lieu de $0,333333\frac{1}{3}$,

so ergibt sich aus der Formel $\frac{a \times l \times e \times e}{p} - \frac{e \times e}{3}$ $\frac{59,59 \times 60 \times 60 \times 60}{2592} - \frac{60 \times 60}{3} = 3765,^{\#}83$ Gewicht, welches man anwenden müsste, um das aufgegebene Holz zu zerbrechen.

102. Die heutigen Baumeister nehmen zu den Gebälken diejenigen Balken, welche parallelogramförmig gehauen sind, und legen sie auf die schmale Seite, so dass die hohe Seite vertical gestellt wird. Ein Baum kann aber auf zweierlei Weise viereckig gehauen werden, und zwar zu einem doppelten Zweck : 1° um so viel Stärke als möglich herauszubringen ; 2° um den grössten *Cubus* zu erhalten.

Wir halten es für zweckdienlich hier beide Fälle auseinander zu setzen, und zwar vorzüglich den ersten, weil mehrere Gelehrte und Bauverständige seit langer Zeit den Wunsch geäussert haben, dass diese Art, die Bäume viereckig zu hauen, allgemein eingeführt werden möchte.

Die Erfahrung lehrt täglich, dass bei horizontal gelegten Hölzern von gleicher Länge und Basis, deren beide Enden aufruhen, der Widerstand dem einfachen Verhältnisse der Horizontal-Dimension der Grundfläche, und dem doppelten Verhältnisse der Vertical-Dimension folgt. Gesetzt also die Horizontal-Dimension sey l, die Vertical h, und der Widerstand f, so kommt $f = l \times h^2$ heraus, oder wenn man im allgemeinen

$\left\{\begin{array}{l} y \text{ zur grössten Grundflächen-Dimension, und} \\ x \text{ zur kleinsten annimmt, so bekommt man..} \end{array}\right\} f = xy^2.$

Da die beiden Dimensionen einen verschiedenen Einfluss auf die Kraft des Widerstandes haben, so folgt hieraus, dass unter den verschiedenen Arten ein Holz viereckig zu hauen, es eine gebe, welche einem Holze mehr Stärke als alle übrigen mittheilt. Diese Art ist diejenige durch welche das Quadrat der einen Dimension der Grundfläche das Doppelte des Quadrats der andern Dimension erhält, wodurch man $h^2 = 2 l^2$ oder $y^2 = 2 x^2$ bekommt.

Beweis. Gesetzt ein Baumstamm ist cylindrisch, seine Grundfläche bildet einen Zirkel, und das viereckige Holz, in welches er durch das Behauen verwandelt wird, ist ein viereckiges rechtwinkeliges in dem Cylinder beschriebenes *Prisma* (*parallelepipedum*), dessen Grundfläche eine rechtwinkelige in dem Grundzirkel des Cylinders beschriebene Figur bildet, so dass die Diagonallinie dieses rechten Winkels der Durchmesser des Zirkels ist, und die beiden an einander stossenden Seiten des rechten Winkels die beiden Seiten eines rechtwinkeligen Dreiecks sind, von welchem der Durchmesser des Zirkels die Hypothenuse ist.

Die Haupteigenschaft des rechtwinkeligen Dreiecks ist nun die, dass das Quadrat der Hypothenuse der Summe der Quadrate der beiden übrigen Seiten gleich ist. Diesem zufolge wird man für alle Arten einen Baum viereckig zu hauen, stets die Gleichung $x^2 \times y^2 = d^2$, Fig. 1, Tab. XVIII bekommen.

1° Wäre z. B. der Durchmesser des Zirkels $= 1$, so wird die Summe der Quadrate der beiden Seiten des beschriebenen rechten Winkels $= 1$ seyn, diese Seiten mögen übrigens seyn, welche sie wollen.

1° Nimmt man an, dass das Quadrat der grossen Seite, das Doppelte des Quadrats der kleinen Seite beträgt, das heisst : das Quadrat der grossen Seite soll $= \frac{2}{3}$ und das der kleinen $= \frac{1}{3}$ betragen, so erhält man 1 als Summe dieser Quadrate ; die kleine Seite wird dann seyn $= \sqrt{\frac{1}{3}} = \sqrt{0,33333333} = 0,577350269$ und die Kraft des Holzes..... $= 0,577350269 \times \frac{2}{3} \times 0,192450089 = 0,384900179$ betragen.

2° Nimmt man an, dass das Quadrat der grossen Seite etwas weniger als das Doppelte des Quadrats der kleinen Seite beträgt, z. B. 0,6666 anstatt $0,66666\frac{2}{3}$, welches seyn würde $= \frac{2}{3}$; so wird das Quadrat der kleinen Seite betragen $= 0,33334$, anstatt $0,33333\frac{1}{3}$, welches seyn würde $= \frac{1}{3}$; der Werth der kleinen Seite ist dann $= \sqrt{0,33334} = 0,577356942$, und die Stärke des Holzes..... $0,577356042 \times 0,66666 = 0,384900177$, kleiner als 384600179 im vorigen ersten Falle.

3° Gesetzt endlich das Quadrat der grossen Seite beträgt etwas mehr als das Doppelte des Quadrats der kleinen, z. B. 0,668224, anstatt $0,666666\frac{2}{3}$, so ist das Quadrat der kleinen Seite 0,331776, anstatt $0,333333\frac{1}{3}$, und der Werth der kleinen

The formula $\frac{a \times l \times e \times e}{p} - \frac{e \times e}{3}$, becomes $\frac{59,59 \times 60 \times 60 \times 60}{2592} - \frac{60 \times 60}{3} = 3765,^{\#}83,$ which is the weight that would be necessary to break the above proposed piece.

102. Modern Builders select for their floors such pieces of timber as have one of their dimensions, when squared, broader than the other, and they lay them sideways, that is, the broadest dimension is chosen to be the vertical one. But the body of a tree may be squared two different ways. 1° To obtain the greatest strength ; 2° to obtain the greatest cube.

We think proper to insert in this work the explanation of these two modes, and especially of the first, because the learned and the best informed architects have wished for this long time past to see the custom established of squaring the bodies of trees according to this process.

Constant experience shows that in pieces of timber of the same length, with equal bases, laid horizontally, and supported at both ends, the resisting strength follows the simple ratio of the horizontal dimension of the base, and the doubled ratio of the vertical dimension is expressed by l, the vertical by h, and the resisting strength by f, one will have $f = l \times h^2$, or, generally, in calling

$\left\{\begin{array}{l} y, \text{ the greatest dimension of the base ;} \\ x, \text{ the smallest} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} f = x y^2.$

The different manner in which the two dimensions of the base are disposed to constitute the resisting force, is the cause that among all the ways of squaring the body of a tree, there is one that yields a piece of timber superior in strength to all those that could be procured out of the same tree : it is that wherein the square of one of the dimensions of the base is double the square of the other dimension, whence proceeds $h^2 = 2 l^2$, or, $y^2 = 2 x^2$.

Demonstration. Suppose a tree is cylindrical, its base of course a circle, and the piece of timber resulting from it after its being squared is a rectangular *Parallelopiped*, comprehended within the cylinder, and whose base is a rectangle inscribed in the circle that figures the base of the cylinder ; so that the diagonal of this rectangle is the diameter of the circle, and the two contiguous sides of the rectangle are the tmo sides of a right angled triangle whose hypothenuse is formed by the diameter of the circle.

Now the fundamental property of a right angled triangle is, that the square of the hypothenuse is equal to the sum of the squares of the two other sides. Thus, let a tree be squared any way one chooses, the result always shall be the equation $x^2 + y^2 = d^2$. Fig. 1, Pl. 18.

1°. Be then, for instance, the diameter of a circle $= 1$, the sum of the squares of the two sides of the inscribed right angled triangle shall be $= 1$, whatsoever the sides may be.

1° If we suppose the square of the greater side to be double the square of the smaller side ; that is, if the square of the greater side is $= \frac{2}{3}$, and the square of the smaller side is $= \frac{1}{3}$, the sum of those squares shall be $= 1$.

Then the smaller side shall be : $= \sqrt{\frac{1}{3}} = \sqrt{0,33333333} = 0,577,350269$, and the strength of the piece shall be $= 0,577350269 \times \frac{2}{3} \times 0,192458089 = 0,384900179$

2° If the square of the greater side is supposed to be somewhat smaller than double the square of the smaller side ; for instance, if there be 0,6666, instead of $0,6666\frac{2}{3}$, which would be $= \frac{2}{3}$; Then the square of the smaller side shall be $= 0,33334$, instead of $0,33333\frac{1}{3}$, which would be $= \frac{1}{3}$ the amount of the smaller side shall be $= \sqrt{0,33334} = 0,577356042$; and the strength of the piece shall be : $0,577356042 \times 0,66666 = 0,384900177$, being smaller than 0,384900179, found in the first supposition.

3° If the square of the greater side is supposed to be somewhat larger than double the square of the smaller side ; for instance, 0,688224, instead of $0,666666\frac{2}{3}$, then the square of the smaller side shall be

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et la valeur du petit côté sera $= \sqrt{0{,}331776} = 0{,}576$, et la force de la pièce sera $= 0{,}576 \times 0{,}668224 = 0{,}384897024$ plus petite aussi que $0{,}384900179$ trouvée dans la première supposition.

II° Soit d le diamètre du cercle, on aura toujours $x^2 + y^2 = d^2$.

1° Si l'on suppose $y^2 = 2x^2$, l'équation $x^2 + y^2 = d^2$ devient $x^2 + 2x^2 = 3x^2 = d^2$ et $x = \frac{d}{\sqrt{3}}$ et f, qui $= xy^2$ devient $x \times 2x^2 = 2x^3 = \frac{2d^3}{3\sqrt{3}}$.

2° Si l'on suppose $y^2 > 2x^2$, de sorte que $y^2 = 2x^2 + a$ (a étant une quantité infiniment petite)

L'équation $x^2 + y^2 = d^2$ devient $x^2 + 2x^2 + a = d^2$ ou $3x^2 + a = d^2$ ou $3x^2 = d^2 - a$; $x^2 = \frac{d^2-a}{3}$ et $x = \sqrt{\frac{d^2-a}{3}}$ ou $x = \frac{d - \frac{a}{d2}}{\sqrt{3}} = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}}$, en négligeant les termes suivants $\sqrt{\frac{d^2-a}{3}}$, qui sont infiniment petits par rapport au deuxième, à cause des puissances toujours plus grandes de la quantité infiniment petite a, qui entrent dans la formation de chacun de ces termes suivants :

Ainsi f *qui* $= xy^2 = x \times (2x^2 + a) = \frac{2d^2 - a}{2d\sqrt{3}} \times \left(2\frac{d^2-a}{3} + a\right) = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}} \times \left(\frac{2d^2 - 2a}{3} + a\right) = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}} \times \left(\frac{2d^2 - 2a + 3a}{3}\right) = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}} \times \frac{2d^2+a}{3} = \frac{(2d^2-a) \times (2d^2+a)}{2 \times 3d\sqrt{3}} = \frac{4d^4 - a^2}{2 \times 3d\sqrt{3}} = \frac{2d^3}{3\sqrt{3}} - \frac{a^2}{6d\sqrt{3}}$ quantité plus petite que $\frac{2d^3}{3\sqrt{3}}$.

3° Si l'on suppose $y^2 < 2x^2$ de sorte que $y^2 = 2x^2 - a$ (a étant toujours une quantité infiniment petite)

L'équation $x^2 + y^2 = d^2$ devient alors $x^2 + 2x^2 - a = d^2$ ou $3x^2 = d^2 + a$ ou $x^2 = \frac{d^2+a}{3}$ et $x = \sqrt{\frac{d^2+a}{3}} = \frac{d + \frac{a}{2d}}{\sqrt{3}} = \frac{2d^2+a}{2d\sqrt{3}}$, en négligeant les termes suivants de $\sqrt{\frac{d+a}{3}}$.

Ainsi f, qui $= xy^2 = x(2x^2 - a) = \frac{2d^2+a}{2d^2\sqrt{3}} \times \left(2\frac{d^2+a}{3} - a\right) = \frac{2d^2+a}{2d\sqrt{3}} \times \frac{2d^2 + 2a - 3a}{3} = \frac{2d^2+a}{2d\sqrt{3}} \times \frac{2d^2-a}{3} = \frac{(2d^2+a) \times (2d^2-a)}{2 \times 3d\sqrt{3}} = \frac{4d^4 - a^2}{2 \times 3d\sqrt{3}} = \frac{2d^3}{3\sqrt{3}} - \frac{a^2}{6d\sqrt{3}} < \frac{2d^3}{3\sqrt{3}}$.

III°. 1° Puisqu'il est question d'un cercle, ou d'un triangle rectangle, on a pour tous les cas possibles $x^2 + y^2 = d^2$.

La différentielle de cette équation est $2x\,dx + 2y\,dy = o$ et $dx = \frac{-y\,dy}{x}$ (A).

2° L'expérience donnant pour le maximum de force $f = xy^2$.

La différentielle de cette équation est $o = 2xy\,dy + y^2\,dx$.

En y substituant la valeur de dx, (A), on a $o = 2xy\,dy - y^2 \times \frac{y\,dy}{x}$ ou $\frac{y^3\,dy}{x} = 2xy\,dy$, ou, en divisant par $y\,dy$, $\frac{y^2}{x} = 2x$ ou $y^2 = 2x^2$.

103. Pour tracer l'équarrissage d'un arbre dont on veut tirer la pièce de bois la plus forte qu'il puisse donner, il suffit de diviser son diamètre AB, Fig. 1, Pl. 18, en trois parties égales en C et D, et d'élever à chaque point de division et jusqu'à la circonférence, les perpendiculaires CF, DG, l'une d'un côté du diamètre, et l'autre de l'autre; et de joindre ces deux points F et G, avec les deux extrémités, A et B, du diamètre; on aura la base AFBG de la pièce demandée.

En effet, le triangle AFB étant rectangle, ainsi que ACF et BCF, qui lui sont semblables, on a $AC : AF :: AF : AB$, ce qui donne $AF^2 = AC \times AB$, et $BC : BF :: BF : AB$, ce qui donne $BF^2 = BC \times AB$. Donc $AF^2 : BF^2 :: AC \times AB : BC \times AB$, ou $AC : BC$, en supprimant le facteur commun AB; mais AC est double de BC; donc AF^2 est aussi double de BF^2.

Seite $= \sqrt{0{,}331776} = 0{,}576$, endlich die Stärke des Holzes $= 0{,}576 \times 0{,}668224 = 0{,}38489724$ ebenfalls kleiner als $0{,}3049900179$ im vorigen ersten Falle.

II° Wäre d der Durchmesser des Zirkels, so ergibt sich immer $x^2 + y^2 = d^2$.

1° Nimmt man an $y^2 = 2x^2$, die Gleichung $x^2 + y^2 = d^2$, wird dann $x^2 + 2x^2 = 3x^2 = d^2$ und $x = \frac{d}{\sqrt{3}}$ und f, welches $= xy^2$ wird $x \times 2x^2 = 2x^3 = \frac{2d^3}{3\sqrt{3}}$.

2° Nimmt man an $y^2 > 2x^2$, so dass $y^2 = 2x^2 + a$ (a ist nämlich eine unendlich kleine Grösse)

Die Gleichung $x^2 + y^2 = d^2$ wird $x^2 + 2x^2 + a = d^2$ oder $3x^2 + a = d^2$ oder $3x^2 = d^2 - a$, $x^2 = \frac{d^2-a}{3}$ und $x = \sqrt{\frac{d^2-a}{3}}$ oder $x = \frac{d - \frac{a}{d2}}{\sqrt{3}} = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}}$, ohne die folgenden Grössen $\sqrt{\frac{d^2-a}{3}}$, mit zu rechnen, welche in Rücksicht auf die zweite unendlich klein sind, und zwar wegen der jederzeit grössern Produkte der unendlich kleinen Grösse a, welche bei einer jeden der folgenden Grösse mit einer Bestandtheil ausmachen.

Also f, welches ist $= xy^2 = x \times (2x^2 + a) \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}} \times \left(2\frac{d^2-a}{3} + a\right) = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}} \times \left(\frac{2d^2-2a}{3} + a\right) = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}} \times \left(\frac{2d^2-2a+3a}{3}\right) = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}} \times \frac{2d^2+a}{d} - \frac{(2d^2-a) \times (2d^2+a)}{2 \times 3d\sqrt{3}} = \frac{4d^4 - a^2}{2 \times 3d\sqrt{3}} = \frac{2d^3}{3\sqrt{3}} - \frac{a^2}{6d\sqrt{3}}$ kleinere Quantität als $\frac{2d^3}{3\sqrt{3}}$.

3° Nimmt man an $y^2 < 2x^2$, so dass $y^2 = 2x^2 - a$ (weil a jederzeit eine unendlich kleine Grösse ist)

Die Gleichung $x^2 + y^2 = d^2$ wird alsdann $x^2 + 2x^2 - a = d^2$ oder $3x^2 = d^2 + a$ oder $x^2 = \frac{d^2+a}{3}$ und $x = \sqrt{\frac{a^2+a}{3}} = \frac{d + \frac{a}{d2}}{\sqrt{3}} = \frac{2d^2+a}{2d\sqrt{3}}$, ohne die folgenden Grössen $\sqrt{\frac{d+a}{3}}$ mit zu rechnen.

Also f, welches ist $= y^2 = x(2x^2 - a) = \frac{2d^2+a}{2d^2\sqrt{3}} \times \left(2\frac{d^2+a}{3} - a\right) = \frac{2d^2+a}{2d\sqrt{3}} \times \frac{2d^2+2a-3a}{3} = \frac{2d^2+a}{2d\sqrt{3}} \times \frac{2d^2-a}{3} = \frac{(2d^2+a) \times (2d^2-a)}{2 \times 3d\sqrt{3}} = \frac{4d^4 - a^2}{2 \times 3d\sqrt{3}} = \frac{2d^3}{3\sqrt{3}} - \frac{a^2}{6a\sqrt{3}} < \frac{2d^3}{3\sqrt{3}}$.

III. 1° Da hier von einem Zirkel oder rechtwinkeligen Dreieck die Rede ist, so erhält man für alle nur mögliche Fälle $x^2 + y^2 = d^2$.

Der Unterschied dieser Gleichung ist $2x\,dx + 2y\,dy = o$ und $x = \frac{-y\,dy}{x}$ (A).

2° Der grösste Grad der Stärke ist, wie die Erfahrung gezeigt hat, $f = xy^2$.

Der Unterschied dieser Gleichung ist $o = 2xy\,dy + y^2\,dx$.

Substituirt man den Werth dx, (A), so erhält man $o = 2xy\,dy - y^2 \times \frac{y\,dy}{x}$ oder $\frac{y^3\,dy}{x} = 2xy\,y$, oder dividirt mit $y\,dy$, $\frac{y^2}{x} = 2x$ oder $y^2 = 2x^2$.

103. Um aus einem Baustamme den stärksten Balken zu erhalten, den er geben kann, so theilt man beim Viereckighauen desselben seinen Durchmesser AB, Fig. 1, Tab. XVIII, in drei gleiche Theile in C und D, und richtet bei jedem Theilungspunkte die Vertical-Linien CF, DG, bis zum Umkreis auf, und zwar die eine von der einen Seite des Durchmessers hinauf, und die andere nach der andern Seite hinunter, und vereinigt diese beiden Punkte F und G mit den beiden Enden A und B des Durchmessers, woraus sich die Grundfläche AFBG, des aufgegebenen Holzes ergibt.

Und da das Dreieck AFB, rechtwinkelig ist, so wie ACF, und BCF, welche ihm ähnlich sind, so erhält man $AC : AF :: AF : AB$, welches ergibt $AF^2 = AC \times AB$, und $BC : BF^2 :: BF : AB$; 0,331776, instead of $0{,}333333\frac{1}{3}$, the amount of the smaller side shall be $\sqrt{0{,}331776} = 0{,}576$, and the strength of the piece shall be $= 0{,}576 \times 0{,}668224 = 0{,}384897024$, being also smaller than $0{,}3849900179$, found in the first supposition.

II°. Suppose d to be the diameter of the circle, the result shall ever be $x^2 + y^2 = d^2$.

1° If we suppose $y^2 = 2x^2$, the equation $x^2 \times y^2 = d^2$, becomes $x^2 + 2x^2 = 3x^2 = d^2$, and $x = \frac{d}{\sqrt{3}}$ and f, which is $= xy^2$, becomes $x \times 2x^2 = 2x^3 = \frac{2d^3}{3\sqrt{3}}$.

2° If we suppose $y^2 > 2x^2$, so that $y^2 = 2x^2 + a$, (a being an infinitesimal quantity). The equation $x^2 + y^2 = d^2$, becomes $x^2 + 2x^2 + a = d^2$, or, $3x^2 + a = d^2$, or, $3x^2 = d^2 - a$; $x^2 = \frac{d^2-a}{3}$, and $x = \sqrt{\frac{d^2-a}{3}}$ or, $x = \frac{d - \frac{a}{d2}}{\sqrt{3}} = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}}$, laying aside the following terms $\sqrt{\frac{d^2-a}{3}}$, which are infinitesimal with regard to be second, because of the still greater powers of the infinitesimal quantity a, which are introduced in the formation of the following terms.

Thus f which is $= xy^2 = x \times (2x^2 + a) = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}} \times \left(2\frac{d^2-a}{3} + a\right) = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}} \times \left(\frac{2d^2-2a}{3} + a\right) = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}} \times \left(\frac{2d^2-2a+3a}{3}\right) = \frac{2d^2-a}{2d\sqrt{3}} \times \frac{2d^2+a}{3} = \frac{(2d^2-a) \times (2d^2 \times a)}{2 \times 3d\sqrt{3}} = \frac{4 \cdot 2^4 - a^2}{2 \times 3d\sqrt{3}} = \frac{2d^3}{3\sqrt{3}} = \frac{a^2}{6d\sqrt{3}}$ being a smaller quantity than $\frac{3d^3}{3\sqrt{3}}$.

3° If we suppose $y^2 < 2x^2$, so that $y^2 = 2x^2 - a$ (a being still an infinitesimal quantity),

The equation $x^2 + y^2 = d^2$ becomes then $x^2 + 2x^2 - a = d^2$, or, $3x^2 = d^2 + a$, or, $x^2 = \frac{d^2+a}{3}$ and $x = \sqrt{\frac{d^2+a}{3}} = \frac{d + \frac{a}{d2}}{\sqrt{3}} = \frac{2d^2+a}{2d\sqrt{3}}$, by expunging the following terms $\sqrt{\frac{d+a}{3}}$.

Thus f, which is $= xy^2 = x(2x^2 - a) = \frac{2d^2+a}{2d^2+3} \times \left(2\frac{d^2+a}{3} - a\right) = \frac{2d^2+a}{2d\sqrt{3}} \times \frac{2d^2+2a-3a}{3} = \frac{2d^2+a}{2d\sqrt{3}} \times \frac{2d^2-a}{3} = \frac{(2d^2+a) \times (2d^2-a)}{2 \times 3d\sqrt{3}} = \frac{4d^4 - a^2}{2 \times 3d\sqrt{3}} = \frac{2d^3}{3\sqrt{3}} - \frac{a^2}{6d\sqrt{3}} < \frac{2d^3}{3\sqrt{3}}$.

III°. 1° In every case wherein a circle or a right angled triangle is treated of, we shall always have : $x^2 + y^2 = d^2$.

The differential of this equation is : $2x\,dx + 2y\,dy = o$, and $dx = \frac{-y\,dy}{x}$ (A).

2° General experience giving as the maximum of the strength $f = xy^2$.

The differential of that equation is : $o = 2xy\,dy + y^2\,dx$.

By substituting to it the value of dx, (A), we shall have $o = 2xy\,dy - y^2 \times \frac{y\,dy}{x}$ or, $\frac{y^3\,dy}{x} = 2xy\,dy$, or, in dividing by $y\,dy$, $\frac{y^2}{x} = 2x$, or, $y^2 = 2x^2$.

103. To trace the squaring of the body of a tree out of which one wished to get the strongest piece of timber is possibly can yield, the only thing to be done is to divide its diameter AB, Fig. 1, Pl. 18, into three equal parts, C and D, and to raise at each point of division, and as high as the circumference, the perpendiculars CF, DG, one on one side of the diameter, and the other on the other; and to join those two points F and G, with the two extremities A and B of the diameter; we shall have then the base AFBG, of the piece sought for.

In fact, the triangle AFB being rectangular, as well as ACF and BCF, which are similar to it, we shall have :

$AC : AF :: AF : AB$, whence comes out, $AF^2 = AC \times AB$. And $BC : BF :: BF : AB$,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

104. S'il était question d'équarrir l'arbre de manière à en tirer le plus de bois possible ; le résultat serait tout différent, parce que la quantité de bois résultant, sous forme de parallélipipède, de l'équarrissage d'un cylindre d'une longueur donnée, a pour expression la surface de sa base, ou le produit de sa largeur par son épaisseur. On a d'ailleurs, comme dans les calculs précédents, la propriété fondamentale du cercle et du triangle rectangle, que la somme des quarrés des côtés du rectangle est égale au quarré de la diagonale ou du diamètre, Fig. 2, Pl. 18.

Or, il est bien connu de tous les adjudicataires des ventes de bois, que quand on prend une dimension plus grande que l'autre, la somme des deux quarrés est toujours plus petite que quand les deux dimensions sont égales, ensorte qu'il n'est point nécessaire d'en démontrer ici la raison.

Les divers assemblages ayant été traités Section I, et les poutres armées, Section V, il reste à expliquer, d'après les principes généraux qui précèdent, quelques ajustements proposés à cette sorte d'ouvrage, et les diverses combinaisons qui ont été pratiquées dans des cas particuliers, soit pour établir des planchers d'une très-grande surface, soit pour leur donner d'autres formes que l'ordinaire, qui est une surface plane. Ces trois points de vue particuliers sont présentés dans les dessins des planches 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 et 30.

PLANCHE XVIII.

Planchers d'Allemagne.

105. La Fig. 3 est une vue supérieure de trois fortes solives J J J, bandées en arcades en briques, Fig. 4, et recouvertes avec des planches clouées sur les solives, Fig. 5.

La Fig. 6 est aussi une vue supérieure d'un plancher en solives jointives, goujonnées deux à deux, et recouvertes avec des planches, Fig. 7 et 8. La Fig. 9 en est une vue détaillée, qui fait voir les solives et la distribution des goujons sur leurs longueurs.

La Fig. 10 est pareillement la vue supérieure de trois solives J J J recouvertes en planches, Fig. 12, et recevant aussi les languettes, en forme de mordant, des frises formant le plafond, Fig. 11 : la Fig. 13 est une vue dudit plancher.

La Fig. 14 est le même plan et le même plancher, Fig. 16 : mais le plafond est composé de petites tringles en bois, enveloppées de spirales de paille imprégnées de terres grasses, Fig. 14, 15 et 17.

PLANCHES XIX, XX, XXI et XXII.

Planchers à compartiments.

****

Exemple Ier.

106. La Fig. 1 de la Planche 19 est une vue de la surface supérieure de la moitié d'un plancher composé de bois courts et de différentes grosseurs. Les deux coyers, O, O, ont leurs bouts scellés dans la maçonnerie ; ils reçoivent les assemblages des trois poutrelles, P, P, P ; des soliveaux en empanon, N, N, etc., et des embranchements de remplissage, Q, Q, etc. Ces trois poutrelles reçoivent aussi les assemblages d'autres poutrelles diagonales, et les embranchements de remplissage, Q, Q, etc. La Fig. 2 est une coupe prise sur S T.

welches gibt $BF^2 = BC \times AB$. Folglich $AF^2 . BF^2 :: AC \times AB : BC \times AB$, oder $AC : BC$, wenn man den gemeinschaftlichen Faktor AB, hinweg thut.

Da nun AC, das Doppelte von BC, ist, so ist also auch AF^2 das Doppelte von BF^2.

104. Käme es aber darauf an, einen Baumstamm in der Mase viereckig zu hauen, dass man so viel Abholz als möglich davon ziehen will, so würde das Resultat ganz verschieden ausfallen ; weil die Holzmenge, welche unter der Gestalt eines Parallelipipedum aus dem Abvieren eines Cylinders von einer gegebenen Länge entsteht, die Fläche seiner Grundlinie oder das Produkt seiner mit der Dicke multiplicirten Breite beträgt. Uebrigens hat man auch hier, wie bei den vorstehenden Berechnungen, die Haupteigensehaft des Zirkels und des rechtwinkeligen Dreiecks, nämlich : die Summe der Quadrate von den Seiten des rechten Winkels ist gleich dem Quadrate der Diagonallinie oder des Durchmessers.

Nun aber wissen alle bei Holzverkäufen ernannte Commissarien, dass, wenn man die eine Dimension grösser als die andere nimmt, die Summe der beiden Quadrate jederzeit kleiner ist, als wenn beide Dimensionen sich gleich sind ; da die Ursache davon sich aus dem vorhergehenden ergibt, so wäre es überflüssig solche hier zu erklären.

Die noch zu erörternden Gegenstände betreffen einige besondere, auf die Gebälke Bezug habende Verbindungen, so wie die verschiedenen, bei einzelnen Fällen angewendeten Zusammensetzungen, wodurch theils sehr grosse, theils von der gewöhnlichen Form abweichende Gebälke erbaut worden sind. In der 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 und 30. Tabelle sind diese Verschiedenheiten einzeln abgebildet.

TABELLE XVIII.

Deutsche Decken.

105. Die 3. Fig. enthält die obere Ansicht von drei Balken J J J, zwischen welche Bogen von Backsteinen, Fig. 4, gespannt sind ; die obere Seite ist mit darauf genagelten Bretern, Fig. 5, belegt.

Die 6. Fig. enthält ebenfalls die obere Ansicht einer Decke, deren Balken paarweise durch Pflöcke mit einander vereinigt, und mit darauf genagelten Bretern, Fig. 7 und 8, belegt sind. In der 9. Fig. sehen wir die ausführliche Abbildung der Balken, und die Verbindung der Zapfen nach ihrer Länge. Die 10. Fig. ist ebenfalls die obere Ansicht von drei Balken J J J, welche, wie die vorigen, mit Bretern, Fig. 12, belegt, und ebenfalls auch mit Zungen versehen sind. Die Decke, Fig. 11, ist mit Bretern belegt. Die Ansicht des ganzen Gebälkes ist in der 13. Fig. enthalten.

Die 14. Fig. zeigt den nämlichen Plan, und die 16. Fig. das nämliche Gebälk ; die untere Seite desselben ist in den Fig. 14, 15 und 17 mit Leisten besetzt, welche mit Stroh und Lehm umwunden sind.

TABELLE XIX, XX, XXI und XXII.

Gebaelke mit Abtheilungen.

****

Exempel I.

106. Die 1. Fig. in der 19. Tab. ist eine Ansicht von der obern Seite eines halben Gebälkes. Die Hölzer, woraus dasselbe zusammengesetzt ist, sind kurz und von verschiedener Dicke. Die Enden der beiden Balkenstücke O, O, werden in die Mauer eingesetzt. Mit diesen Balkenstücken werden die drei kleinen Balken P, P, P, und die kleinen Stichbalken N N, u. s. w., so wie die Ausfüllungsbalken Q Q, u. s. w., verbunden. Mit gedachten drei kleinen Balken werden wieder andere schräglaufende Balken, so wie die Ausfüllungsbalken Q, Q, u. s. w., verbunden. Der in der 2. Fig. enthaltene Durchschnitt ist von S T, genommen.

whence comes out, $BF^2 = BC \times AB$. Therefore $AF^2 : BF^2 :: AC \times AB : BC \times AB$, or, $AC : BC$ by expunging the common factor AB ;

But AC is the double of BC, then AF^2 is also the double of BF^2.

104. If on the contrary it was intended to square the body of a tree so as to chop of the greatest quantity of wood that can possibly be done, the result would be very differentfrom the above ; for the quantity of wood remaining, under the form of a parallelopiped after the squaring of a cylinder of a given length, has for its expression the surface of its base, or the product of its breadth by its thickness. We shall have besides, as in the preceding calculations, the fundamental property of the circle and of the right angled triangle, viz : that the sum of the squares of the sides of the rectangle, is equal to the square of the diagonal or of the diameter.

It is well known to all those who are in the habit of purchasing considerable fellings of timber wood, that, when one dimension is greater than the other, the sum of the two squares is always smaller than when the two dimensions are equal ; so that it is unnecessary to demonstrate here the reason of it.

The various *Assemblages* being elucidated in Section I, and *Irou-belted-beams* in Section V, there remain to be explained agreeable to the preceding general principles, some adjustments proposed to be made in that sort of work, together with the various combinations that have been brought into practice in particular cases, whether it be to establish floors of a very large surface or area, or to give ; them other forms than the usual one, which is a plane surface. These three particular points are presented in the draughts contained in the plates 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 and 30.

PLATE XVIII.

German Floors.

105. The Fig. 3, is a vien of the superior surface of three strong joists J J J, bound with arches made of bricks, Fig. 4, and covered all over with boards nailed on the joists, Fig. 5.

The Fig. 6, is also a vien of the superior surface of a floor with *plugged* joists, (jointives), set two by two, and covered over with boards, as in Fig. 7 and 8.

The Fig. 9, is a detailed vien of the above floor, which shows the joists, and the distribution of the pins lenghtways.

The Fig. 10, is likewise a vien of the superior surface of three joists J J J, covered over with boards, Fig. 12, and receiving also the tongues in the form of a dove tail (mors d'âne), of the friezes forming the floor, Fig. 11 : the Fig. 13, is a vien of the said floor.

The Fig. 14, is the same plan and has the same floor, Fig. 16, but the ceiling is composed of small wooden tringles, with twisted straw impregnated with clay wrapped in spirial lines round them ; Fig. 14, 15 and 17.

PLATE XIX, XX, XXI and XXII.

Floors with Compartments.

****

Example I.

106. The Fig. 1, Pl. 19, is a vien of the upper surface of one half part of a floor, composed of short pieces of timber of different thickness. The two angle-tie-pieces, O, O, have their ends sealed in the wall, they receive the Assemblages of the three small beams or girders, P, P, P ; those of the sleepers, N, N, etc., and of the filling up joists, Q, Q, etc.

The above three small beams receive likewise the assemblages of some other diagonal small beams and the filling up joists, Q, Q, etc.

The Fig. 2, is a section taken on S T.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exemple II.

107. La Fig. 3 est aussi une vue de la surface supérieure de la moitié d'un plancher semblablement combiné dans les angles ; mais les trois poutrelles, P, P, P, reçoivent les assemblages de quatre solives, K, K, etc., qui se croisent à entailles à mi-bois au milieu du quarré, et qui portent le cul-de-lampe établi au point milieu ; et deux goussets, R, R, sont assemblés dans leurs angles. Le tout est rempli par les pièces d'embranchement, Q, Q, etc. La Fig. 4 est une coupe prise sur la ligne S T.

108. La Fig. 5 est une vue de deux solives d'enchevêtrure, H, H, et d'un chevêtre F, composant un châssis dit *treillis de cheminée*, garni d'étriers et de deux bandes de trémie en fer ; un linçoir, E, avec un étrier, et des solives de remplissages, K, K, etc. La Fig. 6 est une coupe prise sur s t.

La Fig. 7 est aussi un treillis de cheminée, mais assez étendu pour contenir l'âtre d'une cheminée et le *tuyau-passant* d'une autre cheminée. La Fig. 8, qui est la coupe, fait voir que le haurdis est bandé en brique.

Exemple III.

Plancher exécuté en bois de châtaignier, qui existe encore dans le château de la Reine Blanche, près de Viarme. Planche XX.

109. La Fig. 1 est une vue de la surface supérieure de la charpente, composée de quatre lambourdes, C, C, etc., encastrées dans la maçonnerie, quatre coyers O, O, etc., y sont assemblés à queue, et reçoivent les tenons des solives en empanon N, N, etc., qui sont dans les quatre angles. Ces quatre coyers, avec la partie moyenne des quatre lambourdes forment un octogone régulier, dont les côtés reçoivent les goussets R, R, etc., assemblés en about, et formant ainsi eux-mêmes un autre octogone inscrit dans le premier. D'autres goussets, diminuant graduellement de force, sont assemblés successivement de même pour former une suite d'octogones inscrits les uns dans les autres, et terminés par une courbe circulaire qui occupe le milieu de la surface. Les polygones sont maintenus en place par des tampons en forme de clefs, simulant seize liernes rayonnantes auxquelles correspondent dans la courbe circulaire, autant de solives rayonnantes buttant toutes au cul-de-lampe pendant au centre. La ligne S T, passant par le centre du polygone, a été choisie pour marquer la coupe Fig. 3, dans laquelle on voit la forme du cul-de-lampe A, celles des solives rayonnantes, K, K, les grosseurs de bois de la courbe circulaire, celles des goussets et des lambourdes.

La Fig. 2 est une configuration de deux sortes de planchers de menuiserie qu'on peut employer pour revêtir la surface supérieure de la charpente.

La Fig. 4 est un détail en grand de la courbe Z, composée de deux épaisseurs de madriers réunies avec assemblage à queue (33) aux douze joints rayonnants d'abouts, de la base du cylindre façonné en cul-de-lampe, et des goussets r qui sont les plus voisins de la courbe. La Fig. 5 est une coupe dudit détail. La Fig. 6 présente la manière dont sont assemblés les goussets r et les liernes y : la Fig. 7 est la coupe verticale desdits assemblages.

Exempel II.

107. Die 3. Fig. ist wiederum eine Ansicht von der obern Seite eines halben Gebälkes. Die Zusammensetzungen in den Ecken sind wie die vorigen, nur sind mit den kleinen Balken P, P, P, vier andere Balken K, K, u. s. w., verbunden; diese leztern sind über einander geplattet, und kreuzen sich in der Mitte der Vierecks; auch tragen sie den Knopf, welcher in der Mitte angebracht ist; in den Winkeln derselben befinden sich zwei Tragbänder R, R. Das Ganze endlich wird durch die Ausfüllungsbalken Q, Q, u. s. w., vollendet. Die 4. Fig. stellt einen von der Linie S T, genommenen Durchschnitt dar.

108. In der 5. Fig. sehen wir eine Ansicht von zwei an dem Kamine liegenden Balken H H, nebst dem Wechsel F, woraus das sogenannte Kamingitter, welches mit eisernen Bändern und zwei eisernen Stangen versehen ist, zusammengesetzt wird; man sieht daselbst ferner den Wechsel E, mit einem Bande, und die ausfüllenden Balken K K, u. s. w. Der Durchschnitt in der 6. Fig. ist von s t, genommen.

Die 7. Fig. enthält ebenfalls ein Kamingitter; da solches von ansehnlicher Grösse ist, so kann darin nicht nur der Heerd, sondern auch der Rauchfang eines andern Kamins angebracht werden. Aus dem Durchschnitt in der 8. Fig. sehen wir, dass das Mauerwerk aus Backsteinen erbaut ist.

Exempel III.

Abbildung eines Gebälkes aus Kastanienholz, im Schlosse der Königin Blanche, bei Viarme. — Tabelle XX.

109. In der 1. Fig. ist eine Ansicht von der obern Seite des Gebälkes vorgestellt; solches besteht aus den vier Hauptbalken C C, u. s. w., welche in das Mauerwerk eingesetzt sind; die vier Wechsel O O, u. s. w., sind mit schwalbenschwanzförmigen Blättern versehen, und in die Hauptbalken C, C, u. s. w., eingelassen; ferner sind die Stichbalken N, N, u. s. w., in die Hauptbalken C, C, und in die Wechsel O, O, u. s. w., eingelocht. Diese vier Wechsel bilden mit dem mittlern Theile der vier Hauptbalken ein reguläres Achteck, an dessen Seiten die Tragbänder R, R, angelegt werden, welche ihrer Seits ein anderes in dem ersten beschriebenes Achteck bilden. Andere Tragbänder, deren Stärke stufenweise abnimmt, folgen den ersten, und bilden eine Reihe von Achtecken, von denen eins in dem andern beschrieben ist; sie endigen sich sodann bei dem Zirkel Z, welcher sich in der Mitte des Gebälkes befindet. Die Vielecke werden durch keilförmige Zapfen Y, zusammengehalten. Mit diesen leztern, welche die Stelle von sechzehn strahlenförmigen Querbändern vertreten, sind in dem Zirkelrahmen Z, eben so viele strahlenförmige Balken verbunden, welche sämmtlich bei dem in der Mitte befindlichen Knopfe rund herum zusammenlaufen. Die Linie S T, geht Mitten durch das Vieleck hindurch, und deutet den Durchschnitt in der 3. Fig. an; man sieht daselbst nicht nur die Gestalt des Knopfes A, so wie die der strahlenförmigen Balken K, K, sondern auch die Dicke der Hölzer aus welchen der zirkelförmige Rahmen besteht, so wie die Dicke der Tragbänder und der Hauptbalken.

Die 2. Fig. hat zwei Arten von Gebälken zum Gegenstande, welche mit Tischlerarbeit zusammengesetzt sind; man kann solche zur Verkleidung der obern Seite der Balken anwenden.

Die 4. Fig. enthält eine ausführliche Darstellung des Zirkels Z. Dieser leztere besteht theils aus zwei Bohlendicken, welche durch Versatzungen (33) mit den zwölf strahlenförmigen Balken verbunden sind, theils aus der Mitte des Cylinders, dem man die Gestalt eines Knopfes gegeben hat, theils auch aus den, dem Zirkel am nächsten stehenden Tragbändern r.

In der 5. Fig. sieht man den Durchschnitt dieser Darstellung. Die 6. Fig. zeigt die Art und Weise wie die Tragbänder r, und die Zapfen y, zusammengesetzt sind. Die 7. Fig. endlich enthält den verticalen Durchschnitt dieser Zusammensetzungen.

Example II.

107. The Fig. 3, is also a vien of the upper surface of one half part of a floor, combined in the same manner in the angles; but the three small beams, P, P, P, receive the assemblages of four joists, K, K, etc., that cross each other with noiches half way into the wood, in the middle of the square, and that bear the cul-de-lamp established in the middle point, and two brackets, R, R, are assembled in their angles : the whole is filled up by the joists Q, Q, etc. The Fig. 4 is a section taken on the line S T.

108. The Fig. 5, is a view of two girders, H, H, and of a binding-joists F, composing a frame called chimney cross-bars, furnished with hooks and two tremion iron bands; a beam called *Linçoir*, E, with an iron-hook, and framing joists, K, K, etc. The Fig. 6, is a section taken on s t.

The Fig. 7, is also a chimney frame with cross bars, but large enough to contain the hearth of a chimney and the *passing*, or, *oblique flue*, of another chimney. The Fig. 8, which is the section of it, shows that the hearth is filled up with brieks.

Example III.

A Floor also executed in chesnuttrée wood for the said Queen Blanche *in her Viarme.* Plate XX.

109. The Fig. 1, is a vien of the upper surface of the timber-work; composed of four Juffers, C, C, etc., set into the wall; four angle-tie-pieces, O, O, etc., are assembled there with a tail, and receive the tenons of the sleepers, N, N, etc., which are in the four angles. The four above mentioned angle-tie-pieces form, with the middle part of the four Juffers, a regular octagon, whose sides receive the brackets R, R, cut shelving and assembled at their extremities, forming themselves on that account another octagon inscribed into the former. Other brackets, gradually decreasing in strenght, are successively assembled in the same manner to form a series octagons inscribed one into the other, and terminated by a circular curve that occupies the middle part of the surface. The polygons are kept fast in their proper place by stoppers y, in the form of keys, ressembling sixteen radiated rails (liernes) to which correspond, in the circular curve, as many radiated joists cut shelving and propping all of them against the cul-de-camp hanging in the centre. The line S T, passing through the centre of the polygon, has been fixed upon to indicate the section Fig. 3, in which is seen the form of the cul-de-lamp A, that of the radiated joists, K, K, the thickness of the timber in the circular curve, and that of the brackets and the juffers.

The Fig. 2, is the configuration of two sorts of floors in Joiner's work, that may be employed to cover the upper surface of the timber work.

The Fig. 4, is a detail on a large scale of the curve Z, composed of two *madriers* or thick planks laid over one another, and united with a tail-assemblage (33) to the twelve radiated joints cut shelving at their extremities of the base of the cylinder, fashioned as a cul-de-lamp, and of the brackets r, which stand nearest to the curve. The Fig. 5, is a section of the above mentioned detail. The Fig. 6, presents the manner in which are assembled the brackets r, and the stoppers y : the Fig. 7, is the vertical section of the said assemblages.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exemple IV.

Plancher en bois de *châtaignier*, qui existe encore au château de Moret, et qui a été exécuté dans le temps que la Reine Blanche occupait ce château. Planche XXI.

110. La Fig. 1 est le plan de la tour, en forme d'octogone régulier de six toises de diamètre dans œuvre. Huit pièces principales en forme d'arbalétrier, S, S, etc., ont un de leurs bouts scellé dans les angles rentrants de la maçonnerie au-dessus de la corniche, et l'autre bout assemblé dans une courbe circulaire Z; cette dernière contient aussi huit solives rayonnantes K, K, assemblées dans sa courbure intérieure et au cul-de-lampe cylindrique V, qui occupe le centre: des solives, J, J, etc, placées parallèlement à chacun des côtés du polygone, sont portées par les huit pièces, S, S, etc. Des frises rayonnantes et *à couture polygonale*, recouvrent les lambourdes.

La Fig. 2, qui est une coupe dudit plancher, fait voir que les pièces S, S, sont composées chacune de deux largeurs de madriers joints en crémaillère, boulonnées et assemblées à la courbe circulaire; que les rives du dessous sont taillées en courbes, et ornées d'une moulure gothique. Les Fig. 3 et 4 en sont des détails plus en grand. La Fig. 5 est pareillement un détail du cul de-lampe V des solives rayonnantes k k de la courbe z, etc.

Exemple V.

Plancher aussi exécuté en bois de *châtaignier*, pour la même reine, à son château de Viarme. Planche XXI.

La Fig. 6 est le plan d'une tour ronde aussi de 6 toises de diamètre, et la vue supérieure de son plancher, mais divisé en quatre détails particuliers, qui font connaître la disposition des pièces qui composent tout son ensemble.

Une lambourde C, C, de forme circulaire est établie de son épaisseur dans le mur au-dessus du dérasement de la corniche; elle reçoit les assemblages de trente-deux poteaux, U, U, etc., également espacés sur sa circonférence: ces poteaux reçoivent à leur partie inférieure les assemblages des trente-deux courbes, S, S, etc., qui, par leur disposition oblique en forme d'arbalétrier, font effort contre la courbe Z, et la soutiennent. Même nombre de solives, K, K, etc., sont pareillement assemblées à l'extrémité supérieure des poteaux, et à la courbe: elles portent le plafond et les solives polygonales, J, J, etc. C'est sur ces dernières que sont clouées les frises à joints rayonnants du plancher T, l'intérieur de la courbe est garnie de huit solives d'assemblage K, et d'un cul-de-lampe V.

La Fig. 7, qui est une coupe dudit plancher prise sur le diamètre S, T, fait voir les grosseurs et la forme des pièces précédemment dénommées. La Fig. 9 est un détail dessiné plus en grand de la lambourde c, et des grosseurs et assemblages des poteaux, u, u. La Fig. 10 fait voir les moulures à la rive inférieure des courbes S, S, et leur assemblage haut et bas, et celles des poteaux, u, u, qui se terminent en arc ogive, au moyen de deux liens représentés Fig. 11 et 12. La Fig. 13 représente la partie supérieure d'un des poteaux: on y voit la mortaise à embrèvement d'un des liens-ogives, la solive k, et la lambourde supérieure c: mais la solive k, est assemblée à queue sur le poteau; c'est ce qu'indique la Fig. 14.

Exempel IV.

Der Gegenstand dieses 4. Exempels ist ein Gebälke aus *Kastanienholz*, welches noch gegenwärtig im Schlosse zu Moret vorhanden, und zu der Zeit, wo die Königin Blanche dieses Schloss bewohnte, erbauet worden ist.

110. Die 1. Fig. zeigt den Grundriss des Thurmes; derselbe bildet ein reguläres Achteck, dessen Durchschnitt im Innern sechs Toisen beträgt. Acht Hauptbalken formiren den Dachstuhl S, S, u. s. w., und sind mit dem einen Ende in die eingehenden Winkel des Mauerwerks, und zwar über dem Karniesse, eingesetzt; das andere Ende derselben bildet den zirkelförmigen Rahmen Z; dieser lezte enthält acht strahlenförmige Balken K, K, welche im Innern zusammengesetzt sind, und bei dem in der Mitte befindlichen cylindrischen Knopfe V, zusammenlaufen. Die Balken J, J, u. s. w., sind mit den Seiten des Polygons parallel gestellt, und werden von den acht Hölzern S, S, u. s. w., getragen. Das Gebälk ist mit strahlförmigen Bretern belegt. Die 2. Fig. stellt den Durchschnitt gedachten Gebälkes vor. Wir sehen daraus, dass ein jedes von den Hölzern S, S, aus zwei Bohlenbreiten besteht, welche mit Zähnen zusammen verbunden, mit Schrauben befestigt, und rund herum an dem zirkelförmigen Rahmen zusammengesetzt sind. Wir sehen ferner, dass die untere Seite bogenförmig geschnitten und mit einer gothischen Zierrath versehen ist. Die Fig. 3 und 4 enthalten die nämlichen Details, aber mehr im Grossen. In der 5. Fig. ist die Ansicht des Knopfes V, der strahlenförmigen Balken k, k, des Bogens Z, u. s. w., enthalten.

Exempel V.

Abbildung eines ebenfalls aus *Kastanienholze* für dieselbe Königin, in ihrem Schlosse zu Viarme, erbaueten Gebälkes. Tabelle XXI.

Die 6. Fig. stellt den Grundriss eines runden Thurmes von ebenfalls sechs Toisen im Durchmesser, nebst der obern Ansicht des Gebälkes, dar. Die vier besondern Ansichten, in welche dieses leztere abgetheilt ist, beziehen sich auf die Stellung der Hölzer, aus welchen das Ganze zusammengesetzt ist.

Der zirkelförmige Hauptbalken C C, liegt mit seiner breiten Seite auf der Mauer, über dem Gesimse auf; in denselben werden 32 Pfosten U, U, u. s. w., welche rund um ihm herum stehen, eingesetzt; an die untern Theile dieser Pfosten werden 32 Biegen S S, u. s. w., angesetzt; diese leztern bilden die Dachstuhlsäulen, und wölben sich, vermöge ihrer schrägen Gestalt über den Bogen Z, den sie zusammenhalten. Oben an den Pfosten und an dem Bogen befinden sich eine gleiche Anzahl Balken K, K, u. s. w., welche die Decke und die vieleckigen Balken J, J, u. s. w., tragen. Auf diese leztern ist der mit strahlenförmigen Fugen versehene Boden des Gebälkes T, aufgenagelt; das Innere des Bogens ist mit acht Balken K, und einem Knopfe V, versehen.

Die 7. Fig. ist ein vom Durchmesser S T, genommener Durchschnitt des gedachten Gebälkes. Wir sehen daselbst die Dicke und Gestalt der so eben genannten Hölzer. Die 9. Fig. enthält eine ausführlichere und grössere Ansicht vom Hauptbalken C, so wie von den Zusammensetzungen und der Dicke der Pfosten u u. Die 10. Fig. zeigt die gothischen Verzierungen an der untern Seite der Biegen S S, so wie die obere und untere Zusammensetzung derselben, so wohl als der Pfosten u, u, welche vermittelst zweier in den Fig. 11 und 12 vorgestellten Bänder, ein gothisches Ohrgewölbe formiren. In der 13. Fig. ist der obere Theil eines solchen Pfostens abgebildet: man sieht daselbst das Zapfenloch zu einem der eben gedachten Bänder, so wie den Balken k, und den obern Balken c; der Balken k, ist oben mit dem Pfosten durch eine in der 14. Fig. vorgestellte Kammversatzung verbunden.

Example IV.

A Floor in *Chesnut-tree-wood*, still existing in the castle of Moret, which was executed at the time when Queen Blanche dwelt in that castle.

110. The Fig. 1, is the plan of the taver, in the form of a regular octagon, six fathoms in diameter in the clear. Eight man pieces in the form of principal rafters, S, S, etc., have one of their ends sealed in the reentrant angles of the wall, above the cornice, and the other end is assembled in the circular curve Z, which also contains eight radiated joists, K, K, assembled in the interior of the curve, and in the cylindrical cul-de-lamp, V, which occupies the centre: some joists, J, J, etc., placed parallel on each of the sides of the polygon, are supported by the eight pieces, S, S, etc. Some radiated friezes with a polygonal suture, cover the juffers.

The Fig. 2, which is a section of the said floor, shows that the pieces, S, S, are each composed of two madriers by the side of one another, joined with a rack, bolted and assembled in the circular curve; and the edges underneath are cut curveways, and adorned with a gothick moulding. The Fig. 3 and 4 are the details of the above, but on a larger scale. The Fig. 5, is also a detail of the cul-de-lamp, V; of the radiated joists, k, k, and of the curve Z, etc.

Example V.

A Floor also executed in *Chesnut-tree-wood*, for the said Queen Blanche, in her castle of Viarme.

The Fig. 6, is the plan of a round tower which is also six fathoms in diameter, and the view of the superior part of its floor, but divided into four separate details which shon the disposition of the pieces of timber used in the composition of the whole.

A Juffer C, C, of a circular form, is fixed into the wall, the thickest part being vertically placed, above the levelled top of the cornice, it receives the assemblages of thirty two posts, U, U, etc., placed at an equal distance from each other in the circumference; those posts receive at their inferior end the assemblages if thirty two curves S, S, etc., which by their oblique disposition in the form of principal rafters, press hard against the curve Z, and support it. An equal nummer of joists, K, K, etc., are assembled in a similar manner at the superior extremity of the posts, and also in the curve: they bear the floor and the polygonal joists, J, J, etc.: it is upon these last joists that the friezes with radiated joints, of the floor T, are nailed: the interior part of the curve is furnished with eight joists of assemblage K, and with a cnl-de-lamp, V.

The Fig. 7, which is a section of the said floor, taken on the diameter S, T, shows the bigness and forms of the above mentioned piecés. The Fig. 9, is a detail drawn upon a larger scale of the juffer C, and of the bigness and assemblages of the posts u, u. The Fig. 10, shous the mouldings at the inferior edge of the curves, S, S, and their assemblages both at top and bottom, as also those of the posts, u, u, which terminate in an *Og-arch*, by means of two bands represented in Fig. 11 and 12. The Fig. 13, represents the superior part of one of the posts; there is seen the tusk mortise of one of the ogee bands, the joist k, and the superior juffer c: but the joist k, is assembled with a tail on the post, which is indicated in Fig. 14.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exemple VI.

Planchers de la Caserne de la Gendarmerie, à Niort; *par M. Havet, Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées.* Planche XXII.

La Fig. 1 est une vue de la surface supérieure de la moitié d'une travée: elle est composée de deux poutres armées, B, B, de 80 pieds de portée, scellées aux deux bouts dans des parties de murs renforcées d'éperons; ces poutres sont garnies de lambourdes, C, C, et une autre lambourde, C, est encastrée dans la maçonnerie. Ces lambourdes reçoivent les assemblages à tenon et à queue des coyers, O, O, et des solives à empanon, N, N, etc.; ces coyers et les lambourdes reçoivent aussi les assemblages à queue des goussets, R, R, etc., qui se soutiennent mutuellement aussi par leurs queues d'assemblage. Ces goussets peuvent être combinés de différentes manières selon la forme du plancher: on voit dans cet exemple que la combinaison a été établie par un parallélogramme rectangle avec réserve d'un châssis quarré au milieu de la surface, contenant des solives rayonnantes, K, K, etc., et le cul-de-lampe V.

La Fig. 2 est une coupe prise dans le milieu de la largeur dudit plancher: elle montre la grosseur de la lambourde C, et la portion qu'elle occupe dans le mur; on y voit les coupes des goussets, R, dont les dimensions de hauteur diminuent progressivement jusqu'à la pièce du châssis quarré; et leurs tampons d'isolement: on voit aussi la forme d'une des solives rayonnantes, K, et ses assemblages au châssis et au cul-de-lampe, V; la même coupe fait voir la disposition des arbalétriers de la poutre armée, B. La Fig. 3 est une coupe de ladite poutre, prise sur a b; la Fig. 4 est une autre coupe, prise sur c d; et la Fig. 5 en est une autre, prise sur e f.

La Fig. 6 est un solivage ordinaire: les solives, J, J, etc., sont portées par les lambourdes, C, C, appliquées aux poutres armées, B, B.

La Fig. 7 est une combinaison de quarrés inscrits les uns dans les autres, mais dont les côtés sont successivement parallèles aux diagonales. La longueur totale est partagée par les poutrelles, P, P: ces poutrelles, et les lambourdes, C, C, etc., reçoivent les assemblages des coyers, O, O, etc., et des solives en empanon, N, N, etc. Les coyers, O, O, reçoivent aussi les assemblages en abouts des goussets; et ces derniers, d'autres goussets décroissants jusqu'à la croix de Saint-André, qui occupe le milieu.

Les Fig. 8 et 9 sont les coupes sur la longueur et sur la largeur.

Les grands planchers, récemment construits au Palais du Louvre, à Paris, sous les ordres de M. Fontaine, architecte du Roi, exécutés par Ballu, charpentier, nous ayant paru très-bien combinés, nous avons pensé qu'on nous saurait gré d'en mettre les détails à la suite des principes et des exemples qui précèdent.

Les Planches 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 et 30, représentent les planchers des pièces principales de ce palais; et l'arrangement des dessins de ces planches, en faisant suffisamment connaître les détails, notre texte sera ici borné à de simples indications. Les lettres majuscules, qui y sont distribuées, indiquent les mêmes pièces que dans les planches précédentes.

Exempel VI.

Vorstellung eines Gebälkes in der Gendarmerie-Caserne zu Niort. Tab. XXII.

Die Fig. 1 zeigt die obere Ansicht eines halben Gebälkes: dasselbe besteht aus zwei mit Eisen verbundenen, 80 Fuss langen Balken B, B, deren Enden in die durch Strebepfeiler verstärkten Theile der Mauer eingesetzt sind; diese Balken sind mit den Hauptbalken C, C, verbunden, ein anderer Balken C, ist in die Mauer eingelegt. In diese Balken C, C, werden die Wechsel O, O, durch Zapfen und Kammversatzung, so wie die Stichbalken N, N, u. s. w., eingesetzt; mit diesen Wechseln und gedachten Balken werden ausserdem noch die Tragbänder R, R, u. s. w., durch Kammversatzung verbunden; übrigens werden diese Tragbänder auch schon gemeinschaftlich unter einander selbst durch ihre Kämme zusammengehalten. Die Zusammensetzung derselben richtet sich nach der Gestalt des Gebälkes, und kann mithin auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden. Bei diesem VI. Exempel ist die Zusammensetzung derselben nach der Gestalt eines rechtwinkeligen Parallelogrammes geschehen. In der Mitte der Decke befindet sich eine viereckige Einfassung, in welcher man die strahlenförmigen Balken K, K, u. s. w., und den Knopf V, sieht.

Der Durchschnitt in der 2. Fig. ist aus der Mitte des Gebälkes, und zwar von der breiten Seite genommen. Wir sehen daselbst die Dicke des Balkens C, nebst dem in die Mauer eingesetzten Theile desselben; ferner die Durchschnitte der Tragbänder R, deren Grösse bis zur viereckigen Einfassung stufenweise abnimmt; wir bemerken zugleich mit die Zapfen wodurch diese Tragbänder in dem gehörigen Abstande erhalten werden. Endlich enthält dieser Durchschnitt noch die Abbildung von einem der strahlenförmigen Balken K, nebst den dazu gehörigen Zusammensetzungen und Verbindungen mit der Einfassung und dem Knopfe V, so wie die Sprengbalken, aus welchen der Hauptbalken B, zusammengesetzt ist. In der 3. Fig. sehen wir den Durchschnitt dieses Balkens; solcher ist von der Linie a, b, genommen; in der 4. Fig. ist der nämliche Durchschnitt von c, d, und in der 5. Fig. von e, f, genommen.

In der 6. Fig. ist eine ganz gewöhnliche Balkenverbindung enthalten: die Balken J, J, u. s. w., werden von den Hauptbalken C, C, welche mit den mit Eisen verbundenen Balken B, B, verbunden sind, getragen.

Die Fig. 7 enthält eine Verbindung von Quadraten, von denen eins in dem andern beschrieben ist; die Seiten derselben laufen aber mit den Diagonallinien allmälig parallel. Die Länge des Ganzen wird durch die kleinern Balken P, P, unterbrochen; mit diesen leztern, und mit den Balken C, C, u. s. w., werden die Wechsel O, O, u. s. w., und die Balken N N, u. s. w., verbunden. In die Wechsel O, O, kommen die Enden der Tragbänder, mit denen wieder andere verbunden werden. Die Grösse dieser Tragbänder nimmt allmälig ab, bis zum Andreas-Kreuz, welches in der Mitte steht.

In der 8. und 9. Fig. sind die Durchschnitte der Länge und Breite nach enthalten.

Da die grossen Gebälke, welche neuerdings unter der Leitung des königl. franz. Hofbaumeisters Fontaine, im Louvre zu Paris, erbaut, und von dem Zimmermeister Ballu ausgeführt worden sind, sich durch ihre Zusammensetzungen und Verbindungen sehr vortheilhaft auszeichnen, so halten wir es allerdings der Mühe werth, die Hauptbestandtheile derselben hier nachträglich mit einzurücken. In der 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 und 30. Tab. sind die Gebälke aus den vorzüglichsten Sälen dieses Pallastes dargestellt, und da die wissenswürdigste Beschreibung derselben schon aus den in den Tabellen enthaltenen Zeichnungen erhellt, so können wir uns füglich hier bloss auf die einfache Anzeige ihrer Bestandtheile beschränken. Die grossen Buchstaben bezeichnen dieselben Hölzer wie in den vorhergehenden Tabellen.

Example VI.

Floors executed in the Barracks of the Gendarmerie, at Niort. Pl. XXII.

The Fig. 1, is a view of the upper surface of one half part of a Bay of joists, (travée): it is composed of two iron-belted-beams, B, B, eighty fest long, sealed at both ends in walls reenforced arth with counterforts (éperons); those beams are furnished with the juffers C, C, and with another juffer C, set into the wall. These juffers receive the assemblages with a tenon and tail of the angle-tie-pieces O, O, and of the sleepers, N, N, etc.; these angle-tie-pieces, as well as the juffers receive also the tail-assemblages of the brackets R, R, etc., which mutually support each other with their tails of assemblage. These brackets may be combined different ways, according to the form of the floor: one sees in this example that the combination has been established for a rectangular parallelogram, with the reserve of a square frame in the middle of the surface, containing radiated joists, K, K, etc., and the cul-de-lamp, V.

The Fig. 2, is a section taken in the middle of the breath of the said floor: it shows the bigness of the Juffer C, and the portion it occupies in the wall; there are also seen the sections of the brackets, R, whose dimensions respecting their height progressively decrease as far as the piece of the square frame; and the stoppers are also in view: there is likewise seen the form of one of the radiated joists K, and its assemblages in the frame and in the cul-de-lamp V; the same section shows the disposition of the pair of principals of the iron-belted-beam B. The Fig. 3, is a section of the said beam, taken on a b; the Fig. 4, is another section taken on c d; and the Fig. 5, is another section of ihe same, taken on e f.

The Fig. 6, is a common joisting: the joists, J, J, etc., are borne by the juffers, C, C, laid upon the iron-belted-beams, B, B.

The Fig. 7, is a combination of sqnares inscribed one within the other, but whose sides are successively parallel to the diagonals. The total length is divided by the small beams, P, P: those small beams, and the juffers, C, C, etc., receive the assemblage of the angle-tie-pieces, O, O, etc., and of the sleepers, N, N, etc. The angle-tie-pieces, O, O, receive also the assemblages of the brackets at their shelving extremities, and these receive other brackets decreasing as far as the St. Andrew's cross which occupies the middle part.

The Fig. 8 and 9, represent the sections on the lenght and on the breadth.

The large floors lately constructed in the palace of the *Louvre,* in Paris, under the direction of M^r^ Fontaine, Architect to the King, and executed by M^r^ Balu, Carpenter, having appeared to us extremely wel combined, we were naturally led to suppose we could but please the Amateurs by inserting the details concerning the above floors as a sequel to the foregoing principles and examples.

The Pl. 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 and 30, represent the floors of the principal rooms of that palace: the dispositions of the draughts in those plates pointing out sufficiently all the details, our text shall be limited to mere indications. The capital letters that will occur there indicate the same pieces as in the foregoing plates.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PLANCHE XXIII. *Détails des planchers des grandes salles adossées à la colonnade.*

Fig. 1. Coupe du plancher prise sur la ligne a b du plan.
Fig. 2. Détails plus en grand de la poutre armée b, et des lambourdes chanlattées d (32) vues en coupe.
Fig. 3. Les mêmes, vues de côté.
Fig. 4. Coupe transversale prise sur la ligne c d du plan.
Fig. 5. Retombée du demi-berceau, à la hauteur de la ligne e f.
Fig. 6. Vue supérieure du demi-berceau à la hauteur de la ligne g h.
Fig. 7. Vue supérieure du plancher, contenant aussi celle du demi-berceau.
Fig. 8. Continuation de la vue supérieure du plancher, dégagée de celle du demi-berceau.

PLANCHE XXIV. *Détails de la charpente du deuxième étage adossé à la galerie.*

Fig. 1. Vue du comble à vol d'oiseau.

Fig. 2. Coupe en grand des doubles poutres.

Fig. 3. Les mêmes, vues de côté.
Fig. 4. Coupe prise sur a b, de la figure première.
Fig. 5. Coupe prise sur c d, faisant voir les jambettes.
Fig. 6. Coupe prise sur c d, faisant voir le poinçon.

Fig. 7. Détail de la charpente avec solives.
Fig. 8. Même détail, sans solives.

PLANCHE XXV. *Détails du plancher de la Salle centrale de l'aile sud, vis-à-vis le Pont-des-Arts.*

Fig. 1. Plan pris à la hauteur de la ligne a b.

Fig. 2. Plan pris à la hauteur de la ligne e f.

Fig. 3. Plan pris à la hauteur de la ligne c d.

Fig. 4. Coupe prise sur la ligne a b.

PLANCHE XXVI. *Suite des détails de la salle centrale de l'aile sud.*

Fig. 1. Moitié du plan général.
Fig. 2. Coupe prise sur la ligne a b du plan.

Fig. 3. Autre coupe prise sur b c.
Fig. 4. Détail plus en grand de la Fig. 2.
Fig. 5. Détail d'une des courbes du demi-berceau, composées de deux pièces entées.

Fig. 6. Même courbe, d'une seule pièce.
Fig. 7. Vue de ladite courbe sur sa face creuse.

Fig. 8. Vue supérieure de l'assemblage de ladite courbe.

PLANCHE XXVII. *Plancher de la Salle dite* de l'Institut.

Fig. 1. Coupe prise sur la ligne a b.
Fig. 2. Coupe prise sur la ligne c d.
Fig. 3. Plan du plancher de la figure première.
Fig. 4. Plan du plancher, et enrayure de la figure deuxième.

PLANCHE XXVIII. *Suite des détails de la Salle de l'Institut.*

Fig. 1. Coupe prise sur la ligne a b.
Fig. 2. Coupe prise sur la ligne c d.
Fig. 3. Plan pris à la hauteur de a b.

PLANCHE XXIX. *Plancher avec demi-berceau du pavillon dit* des sept Cheminées, *vu sur la longueur du Salon.*

Fig. 1. Coupe sur la longueur, ou sur la ligne a b.

TABELLE XXIII. *Darstellung der Gebälke in den grossen, an die Collonade anstossenden Seilen.*

Fig. 1. Ein von der Linie a b, des Grundrisses genommener Durchschnitt des Gebälkes.
Fig. 2. Durchschnitt oder genaue Ansicht des Hauptbalkens 6, und der durch Anschöblinge verlängerten Balken d (32).
Fig. 3. Dieselben Ansichten von der Seite.
Fig. 4. Durchschnitt, quer von der Linie c d, des Grundrisses genommen.
Fig. 5. Anfang des halben Gewölbes von der Höhe der Linie e f.
Fig. 6. Obere Ansicht des halben Gewölbes von der Höhe der Linie g h.
Fig. 7. Obere Ansicht sowohl des Gebälkes als auch des halben Gewölbes.
Fig. 8. Obere Ansicht des Gebälkes allein.

TABELLE XXIV. *Ansicht der Verbindungshölzer im zweiten an die Gallerie anstossenden Stockwerke.*

Fig. 1. Ansicht des Daches in gerader Linie.

Fig. 2. Durchschnitt im Grossen, der Doppelbalken.
Fig. 3. Dieselbe Ansicht von der Seite.
Fig. 4. Durchschnitt von der Linie a b, der 1. Fig.

Fig. 5. Durchschnitt von c d, nebst Ansicht der Stützbänder.
Fig. 6. Ein anderer Durchschnitt von c d, nebst Ansicht des Giebelspiesses.
Fig. 7. Ansicht von der Verbindung des Gebälks.
Fig. 8. Dieselbe Ansicht ohne die Ausfüllungsbalken.

TABELLE XXV. *Darstellung des Gebälkes im Centralsaale, am südlichen Flügel des Pallastes der Brücke* (Pont-des-Arts) *gegenüber.*

Fig. 1. Darstellung des Grundrisses in der Höhe der Linie a b, nach dem in der 4. Fig. angegebenen Durchschnitte.
Fig. 2. Darstellung des Grundrisses in der Höhe der Linie e f, des Durchschnittes.
Fig. 3. Darstellung von der Höhe der Linie c d, des Durchschnites.
Fig. 4. Durchschnitt von der Linie a b.

TABELLE XXVI. *Fernere Ansichten aus demselben Saale.*

Fig. 1. Hälfte des allgemeinen Grundrisses.
Fig. 2. Durchschnitt von der Linie a b, des Grundrisses.
Fig. 3. Durchschnitt von der Linie b c.
Fig. 4. Ansicht im Grossen von der Fig. 2.
Fig. 5. Ansicht einer der Biegen, aus welchen das halbe Gewölbe zusammengesetzt ist. Diese Biege besteht aus zwei zusammengesetzten Hölzern.
Fig. 6. Dieselbe Biege aus einem Holze.
Fig. 7. Ansicht dieser Biege auf ihrer ausgehölten Seite.
Fig. 8. Obere Ansicht von der Zusammensetzung der nämlichen Biege.

TABELLE XXVII. *Gebälke im sogenannten Instituts-Saale.*

Fig. 1. Durchschnitt von der Linie a b.
Fig. 2. Durchschnitt von der Linis c d.
Fig. 3. Grundriss von der 1. Fig.
Fig. 4. Grundriss von der 2. Fig.

TABELLE XXVIII. *Fernere Ansichten vom Instituts-Saale.*

Fig. 1. Durchschnitt von der Linie a b.
Fig. 2. Durchschnitt von der Linie c d.
Fig. 3. Grundriss von der Höhe der Linie a b.

TABELLE XXIX. *Gebälke nebst halben Gewölbbogen, in dem sogenannten Sieben-Kaminen-Pavillon. Die Ansicht von der Länge des Saales genommen.*

Fig. 1. Durchschnitt von der Länge, oder der Linie a b.

PLATE XXIII. *Details of the Floors of the large rooms on the side of the Colonnade.*

Fig. 1. A profile of the floor taken on the line a b of the plan.
Fig. 2. Details on a larger scale of the Iron-belted beam b, and of the chantlated juffers d (32) seen in profile.
Fig. 3. The same, viewed sideways.
Fig. 4. A transversale profile taken on the line c d, of the plan.
Fig. 5. A Butment of the semi-circular vault, level with the line e f.
Fig. 6. A view of the upper part of the semi-circular vault, level with the line g h.
Fig. 7. A view of the upper part of the floor, containing also that of the semi-circular arch.
Fig. 8. A continuation of the upper view of the floor, disengaged from that of the semi-circular arch.

PLATE XXIV. *Details of the timber-work of the second story, set against the wall of the gallery.*

Fig. 1. A horizontal prospect (à vol d'oiseau) of the roof.
Fig. 2. A profile on a large scale of the double beams.
Fig. 3. The same, seen sideways.
Fig. 4. A profile taken on the line a b, in the first figure.
Fig. 5. A profile on c d, showing the count-timbers.
Fig. 6. A profile on c d, showing the King-post.

Fig. 7. Detail of the timber-work, with the joists.
Fig. 8. The same details without joists.

PLATE XXV. *Details of the Floor in the central room of the southern wing, facing the bridge called* Pont des Arts.

Fig. 1. A plan taken level with the line a b.

Fig. 2. A plan taken level with the line e f.

Fig. 3. A plan taken level with the line c d.

Fig. 4. A profile taken on the line a b.

PLATE XXVI. *Being a sequel to the details of the central room in the southern wing.*

Fig. 1. Shows one half of the general plan.
Fig. 2. A profile taken on the line a b of the plan.

Fig. 3. Another profile taken on the line b c.
Fig. 4. A detail on a larger scale of the figure 2.
Fig. 5. A detail of one of the curves of the semi-circular arch, composed of two pieces scarfed.

Fig. 6. The same curve, made of one only piece.
Fig. 7. A view of the same curve, seen on its concave side.
Fig. 8. An upper view of the assemblage of the said curve.

PLATE XXVII. *Floor of the room called* Salled de l'Institut.

Fig. 1. A profile taken on the line a b.
Fig. 2. A profile taken on the line c d.
Fig. 3. The plan of the floor of the first figure.
Fig. 4. A plan of the floor, and the platform of the second figure.

PLATE XXVIII. *A sequel to the detail of the* Salle de l'Institut.

Fig. 1. A profile taken on the line a b.
Fig. 2. A profile taken on the line c d.
Fig. 3. A plan taken level with a b.

PLATE XXIX. *The Floor with the semi-secular vault of the Pavilion called of the seven chimnies, seen on the length of the room.*

Fig. 1. A profile on the length of the room, taken on the line a b.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 2. Plan pris sur a b.
Fig. 3. Plan pris sur c d.
Fig. 4. Coupe prise sur la ligne c d.
Fig. 5. Vue qui fait voir le poinçon, les arbalétriers, et les moises de décharge de la partie milieu des poutres du grand châssis à jour.

PLANCHE XXX. *Suite des détails du pavillon des sept Cheminées, vu en travers du salon.*

Fig. 1. Coupe sur la largeur.
Fig. 2. Plan sur c d.
Fig. 3. Plan sur a b.
Fig. 4. Plan sur g h.
Fig. 5. Plan sur e f.

Fig. 2. Grundriss von a b.
Fig. 3. Grundriss von c d.
Fig. 4. Durchschnitt von der Linie c d.
Fig. 5. Darstellung des Giebelspiesses, des Sprengwerks und Strebebänder, aus der Mitte der Balken am grossen (*Chassis-Jour.*)

TABELLE XXX. *Weitere Ansichten aus demselben Pavillon, und quer durch den Saal genommen.*

Fig. 1. Durchschnitt von der Breite.
Fig. 2. Grundriss von c d.
Fig. 3. Grundriss von a b.
Fig. 4. Grundriss von g h.
Fig. 5. Grundriss von e f.

Fig. 2. A plan taken on the line a b.
Fig. 3. A plan taken on the line c d.
Fig. 4. A profile taken on the line c d.
Fig. 5. A view that shows the king-post, the pair of principals, the discharging binding pieces of the middle part of the beams in the lerge open frame.

PLATE XXX. *A sequel to the details of the Pavilion of the seven chimnies, see non the breadth of the room.*

Fig. 1. A profile taken on the breadth of the room.
Fig. 2. A plan taken on the line c d.
Fig. 3. A plan taken on the line a b.
Fig. 4. A plan taken on the line g h.
Fig. 5. A plan taken on the line e f.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

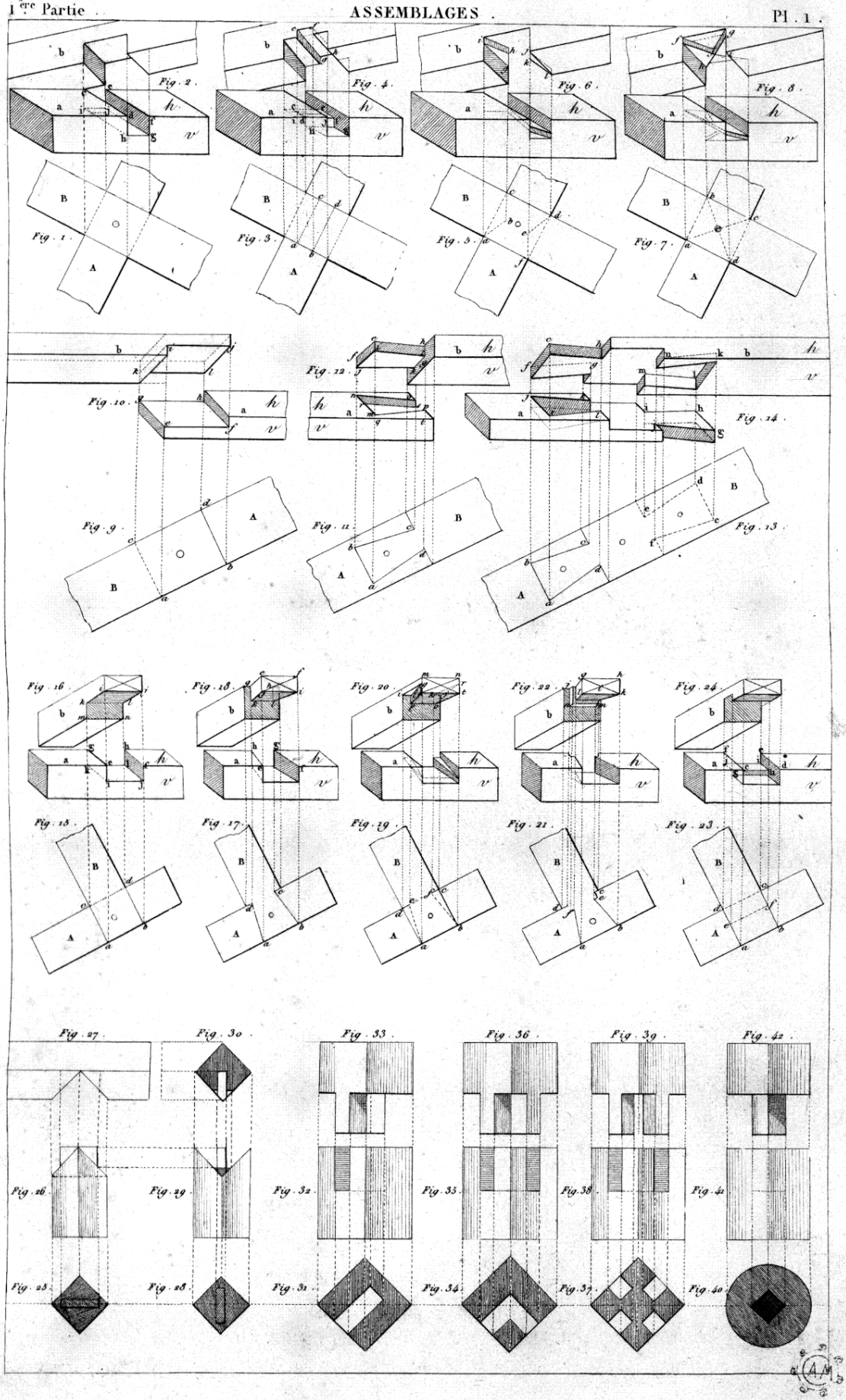
ERRATA.

Page 27, ligne 63, *au lieu de* 0,192450089, *lisez :* 0,192450089 × 2.

— 28, ligne 15, *au lieu de* $\frac{d-\frac{a}{d\,2}}{\sqrt{3}}$, *lisez :* $\frac{d-\frac{a}{2\,d}}{\sqrt{3}}$,

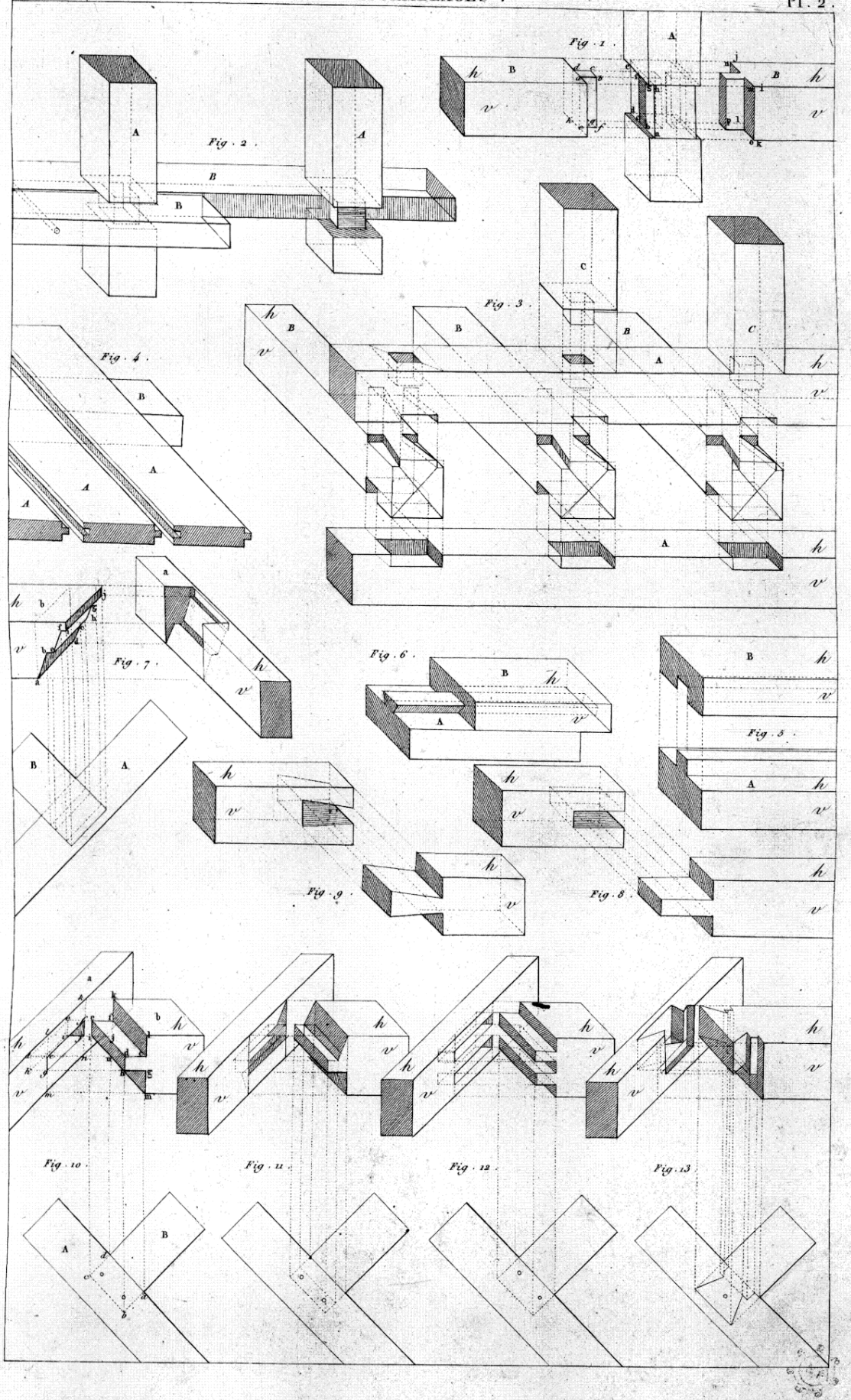
— *Ib.* ligne 32, *au lieu de* $\sqrt{\frac{d+a}{3}}$, *lisez :* $\sqrt{\frac{d^{n}+a}{3}}$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



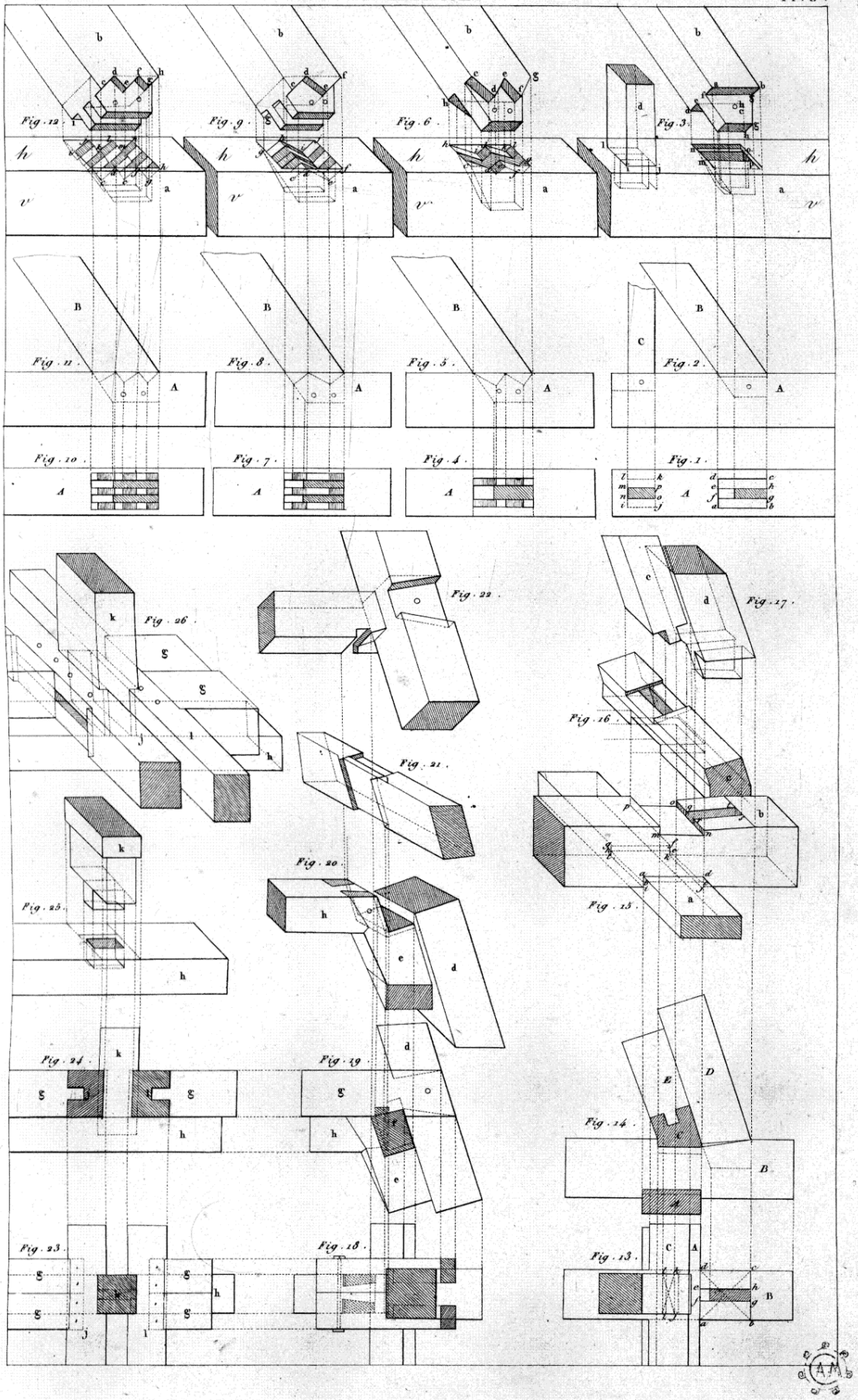
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



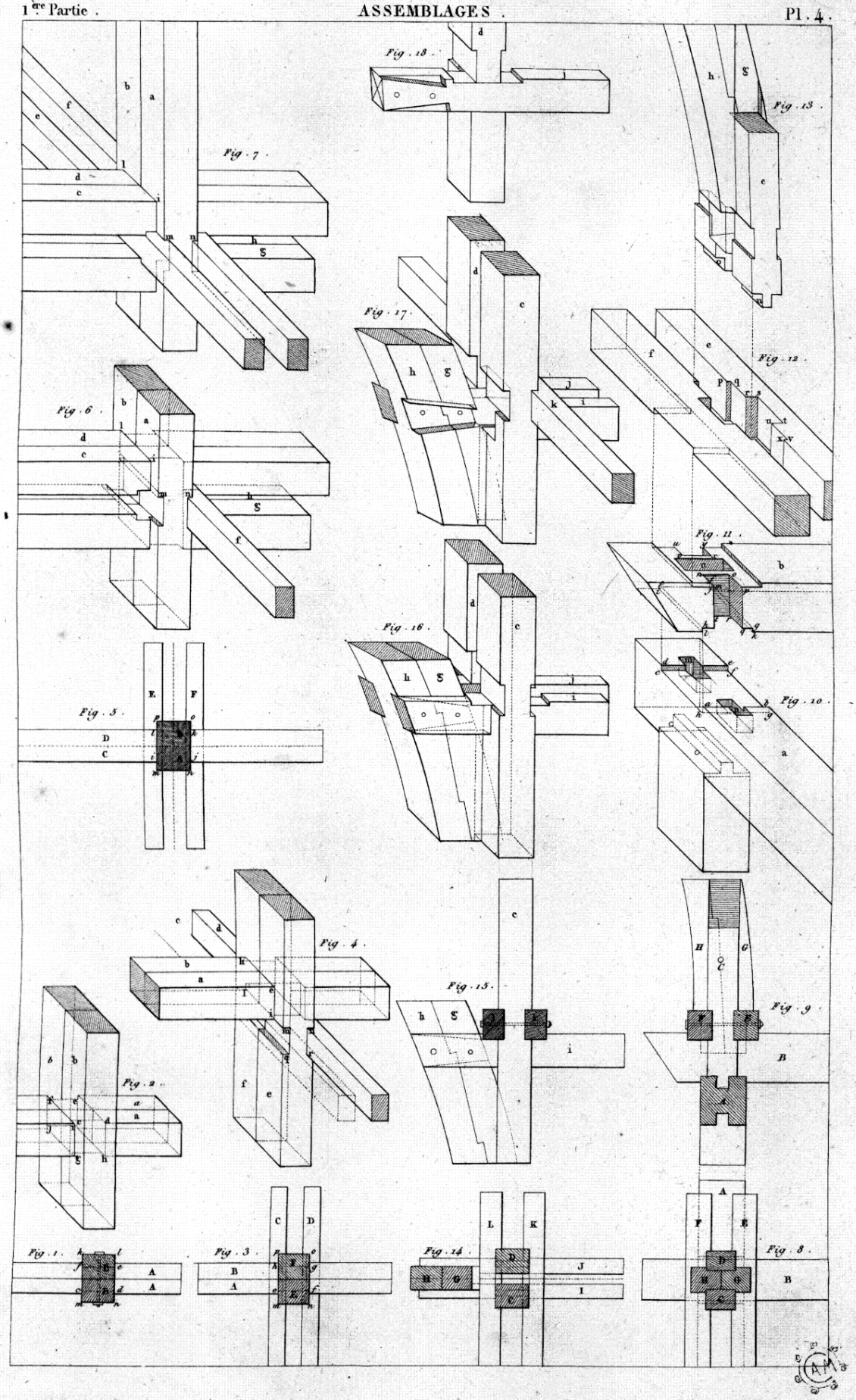
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



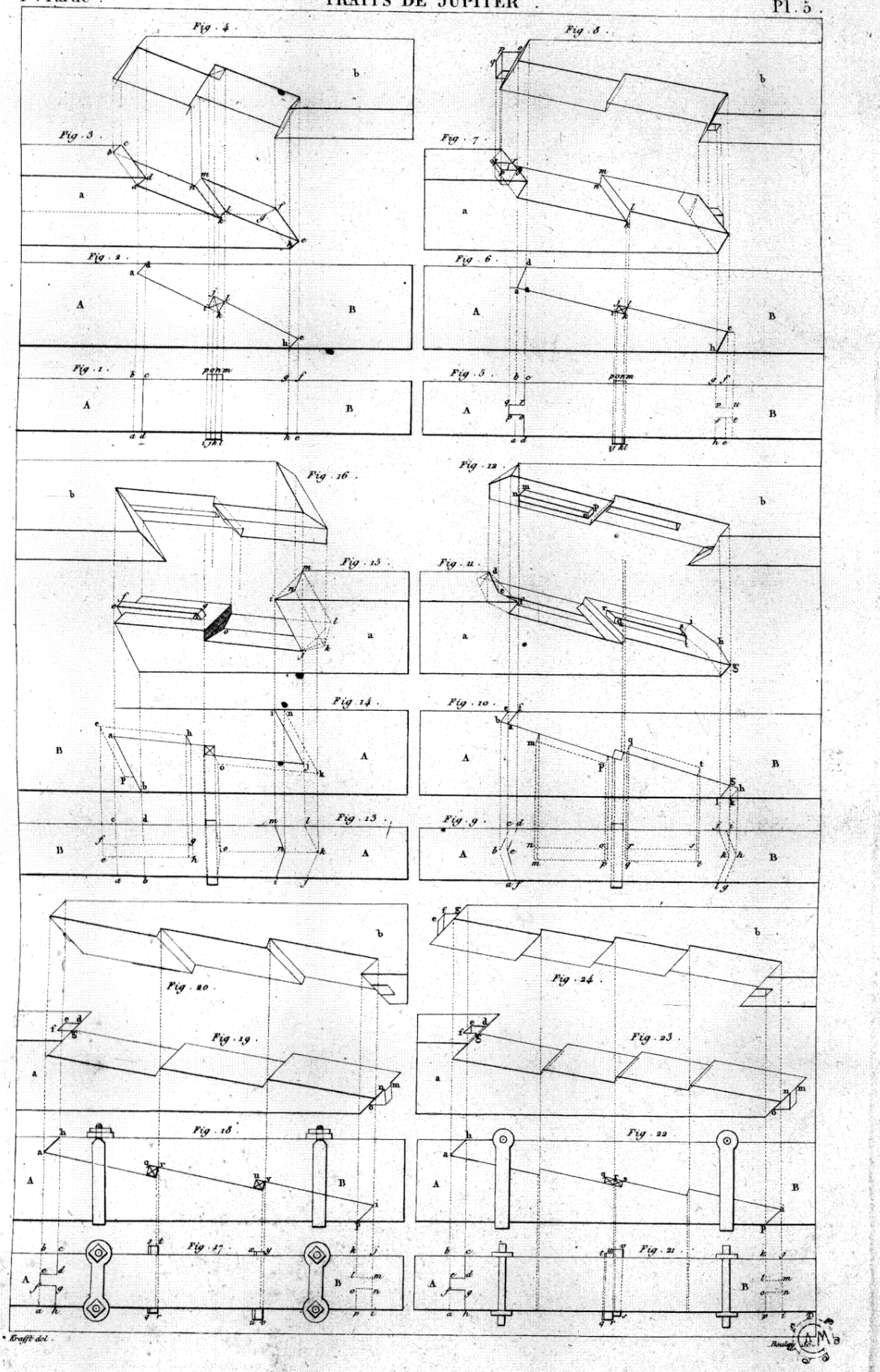
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



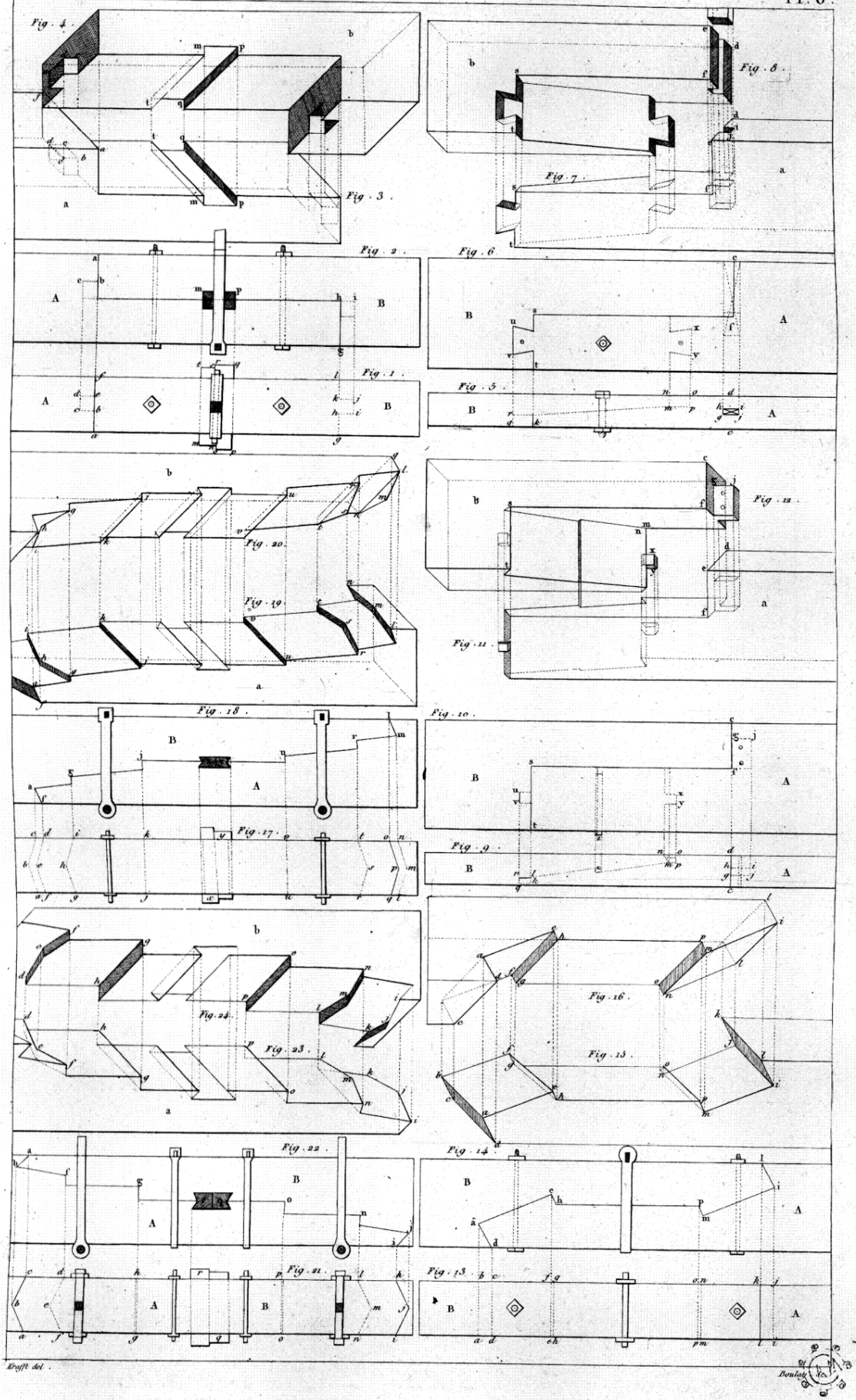
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



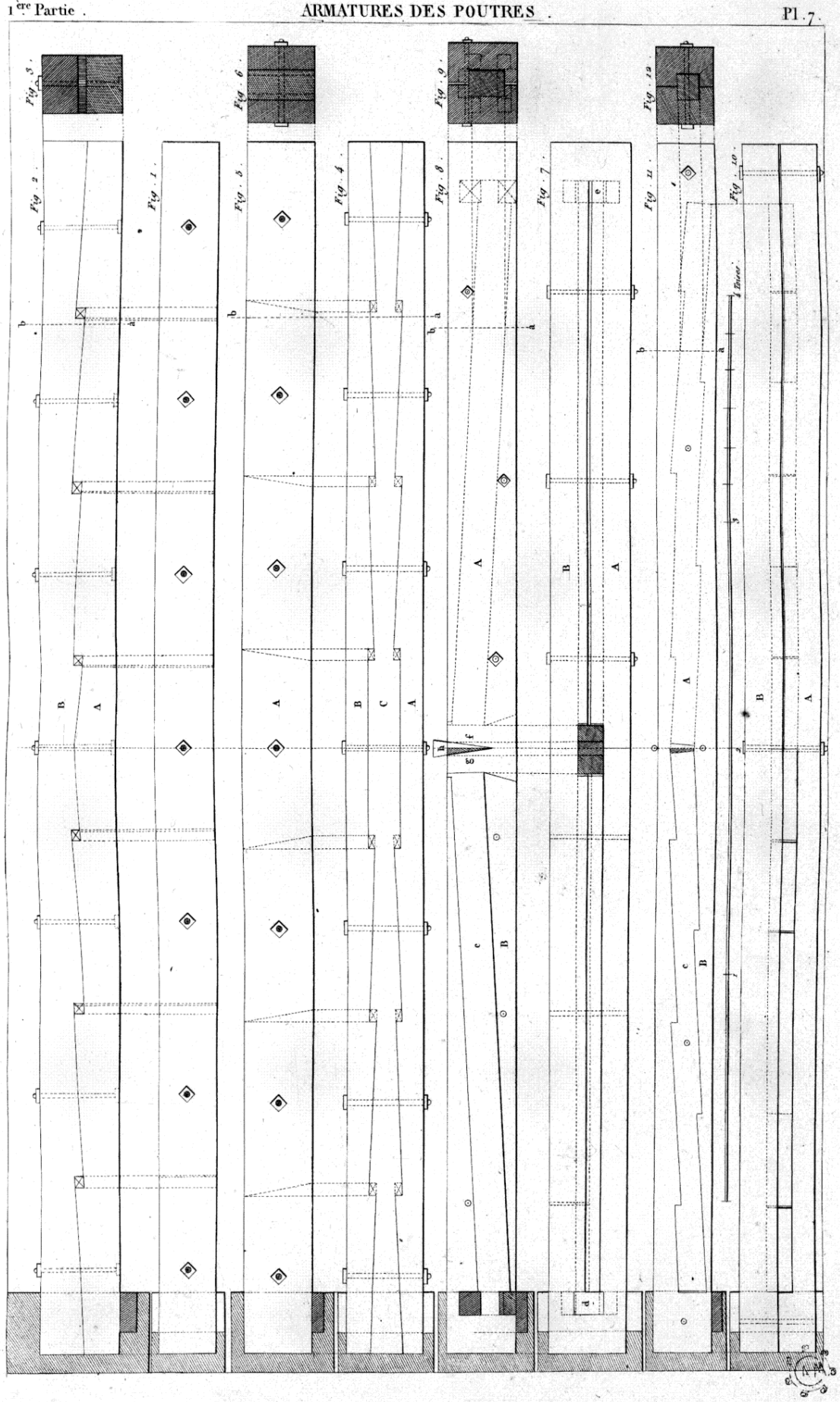
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



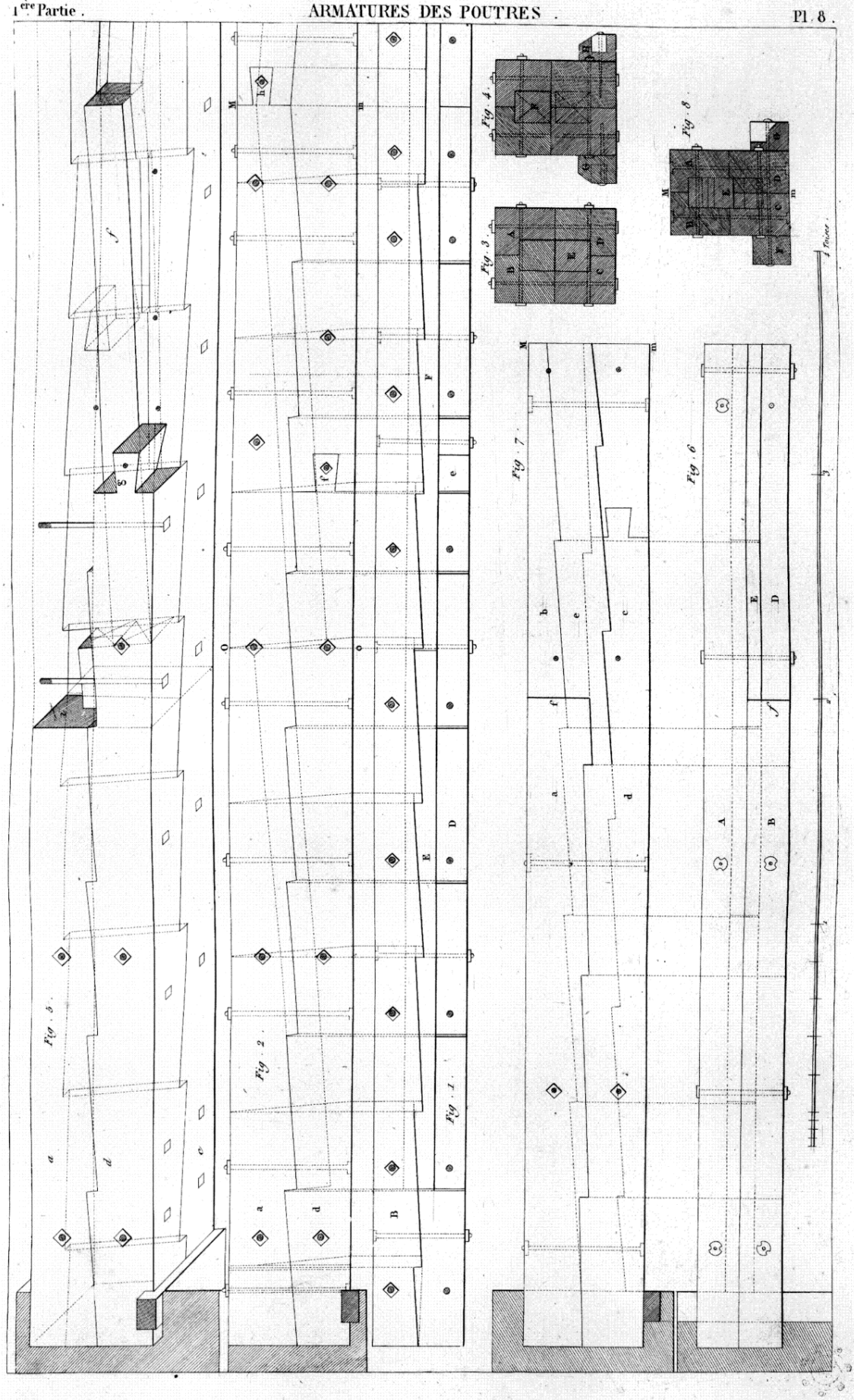
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



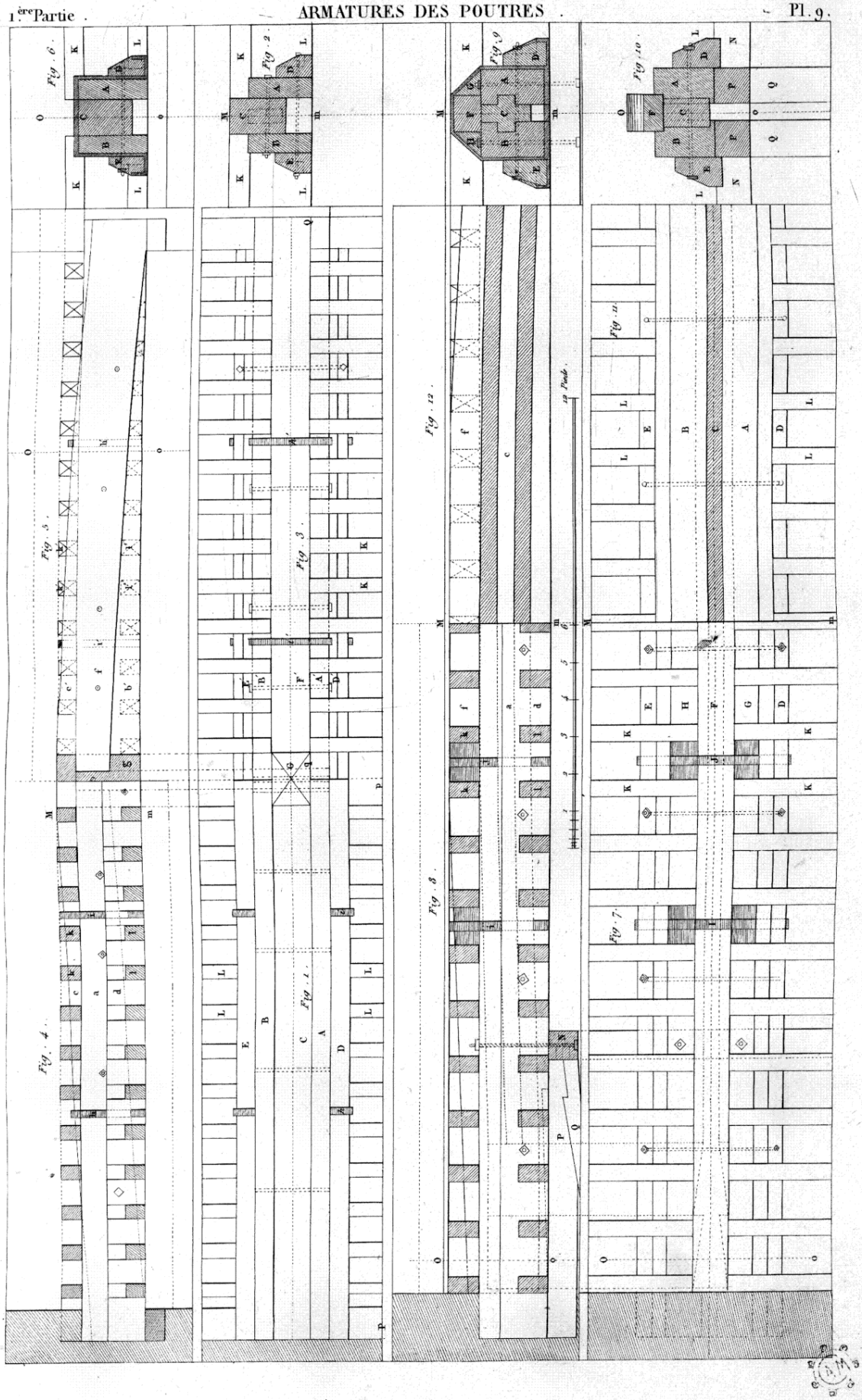
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

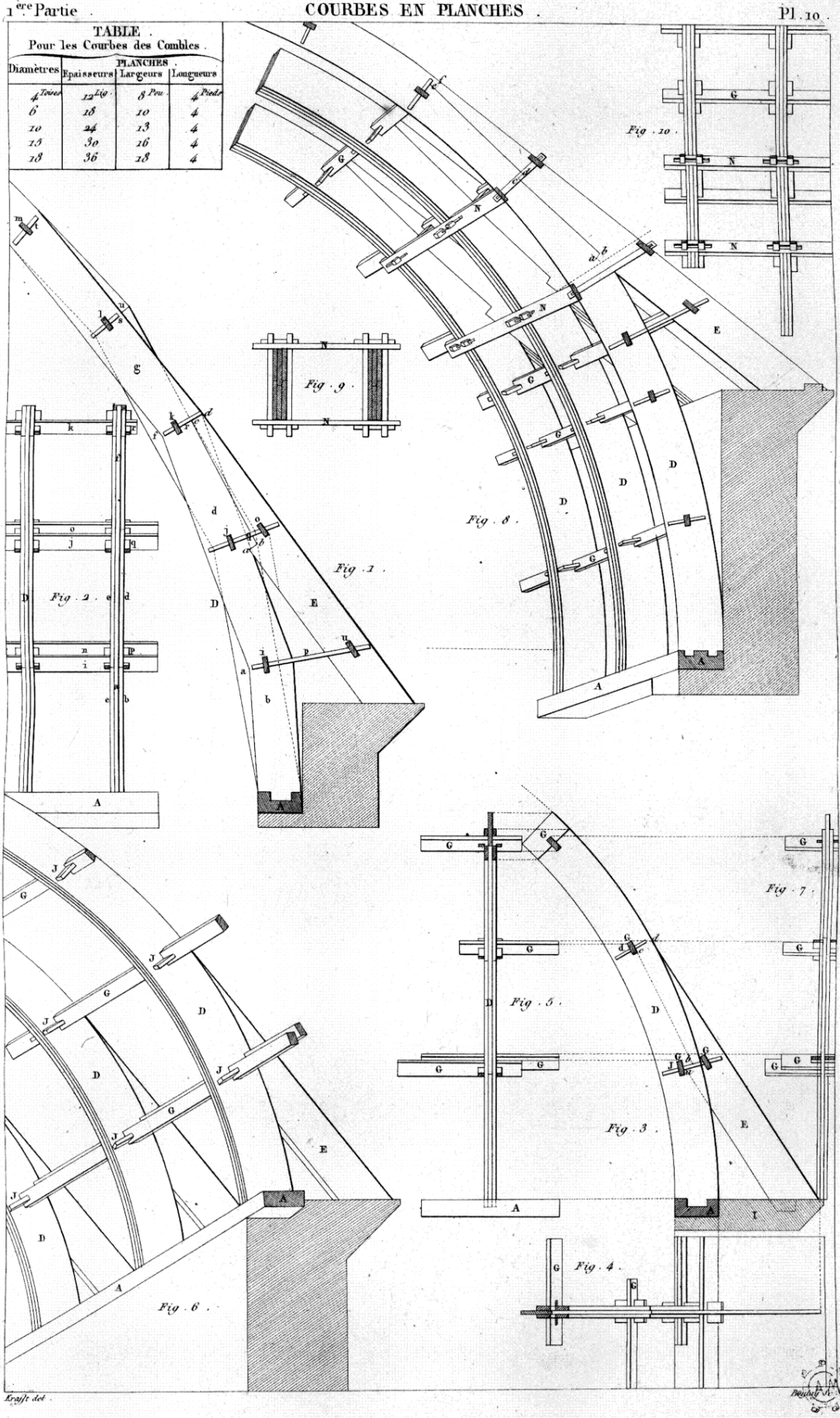


Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

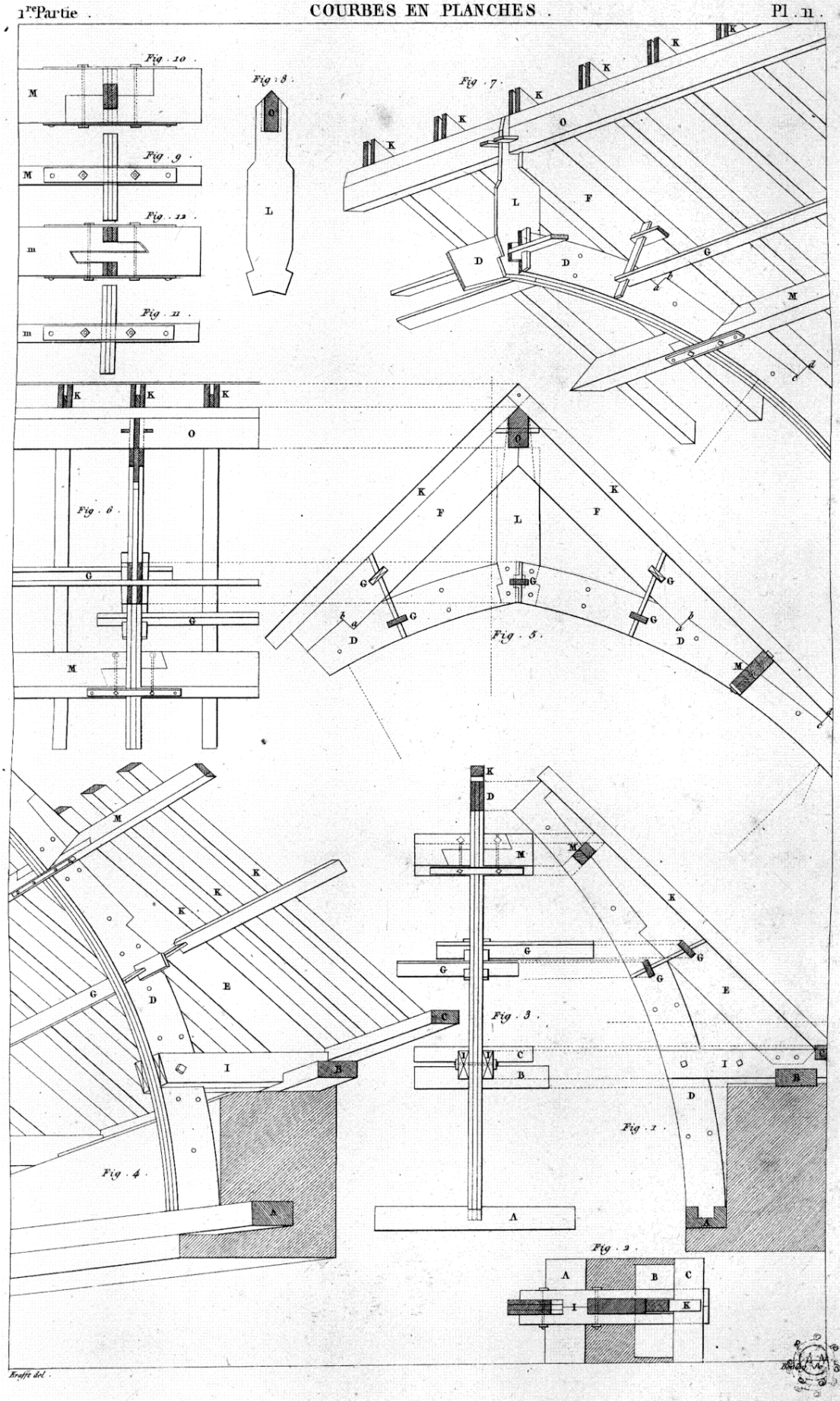
TABLE .
Pour les Courbes des Combles .

Diamètres	PLANCHES . Epaisseurs	Largeurs	Longueurs
4 Toises	12 Lig.	8 Pou.	4 Pieds
6	18	10	4
10	24	13	4
13	30	16	4
18	36	18	4



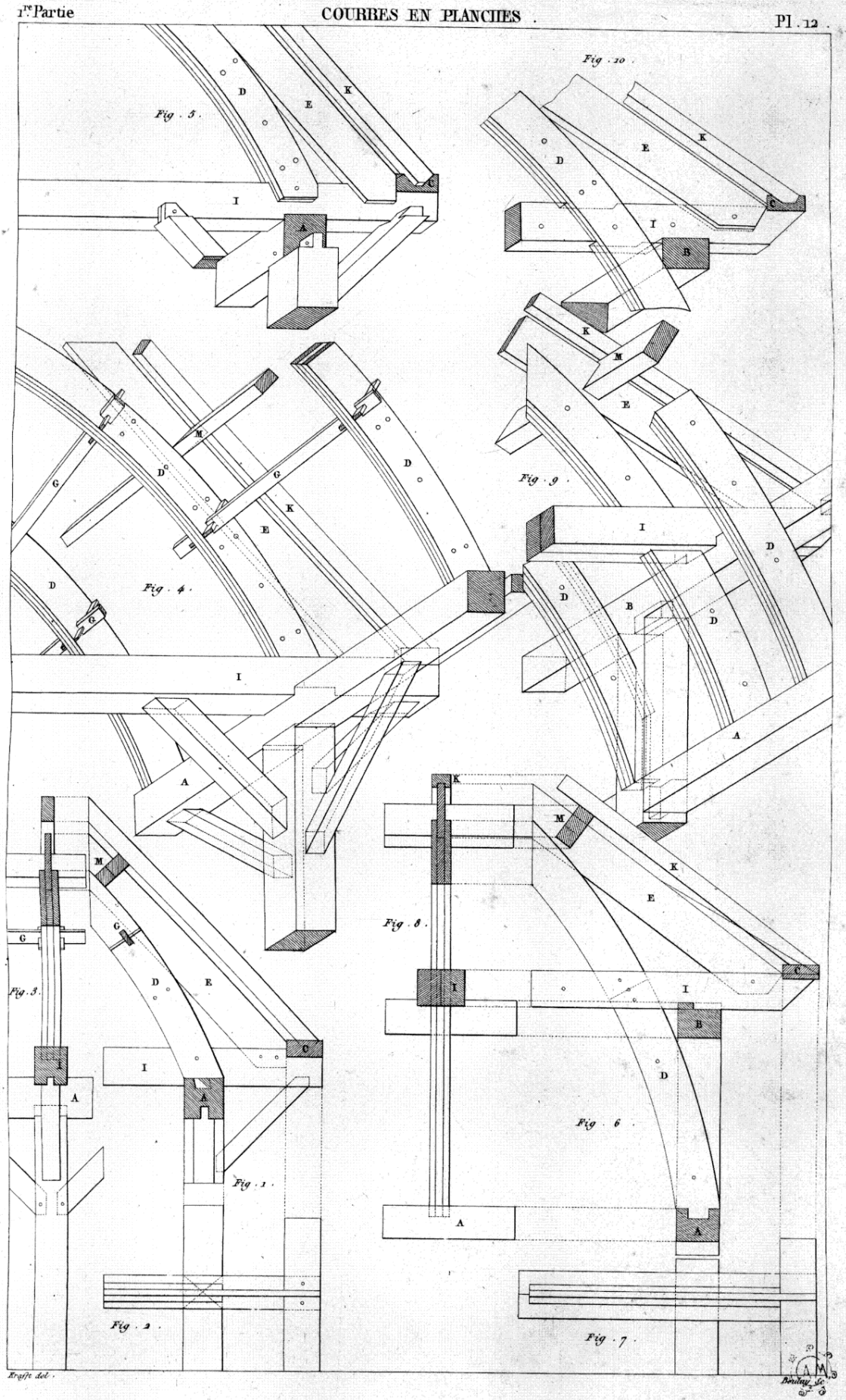
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



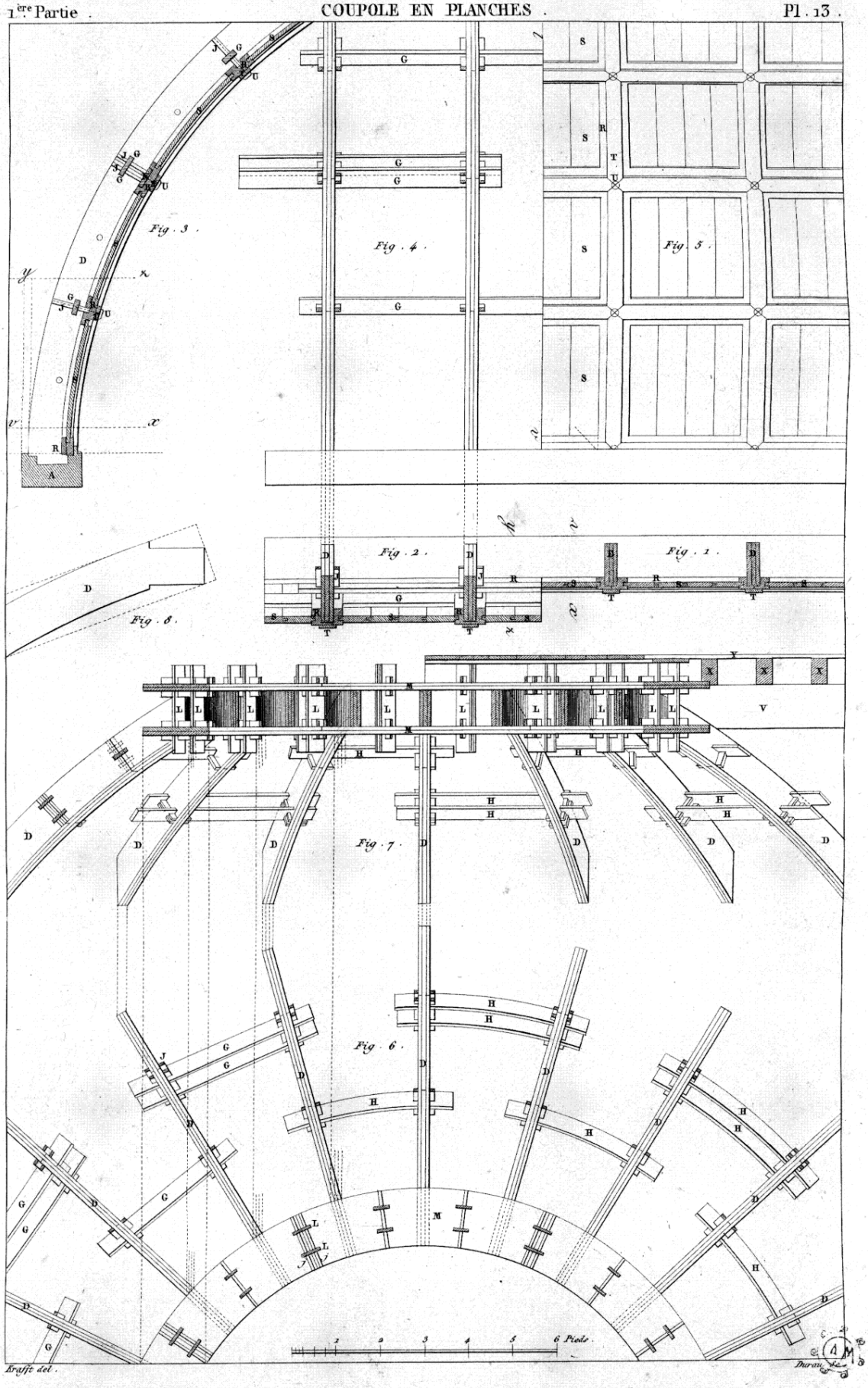
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



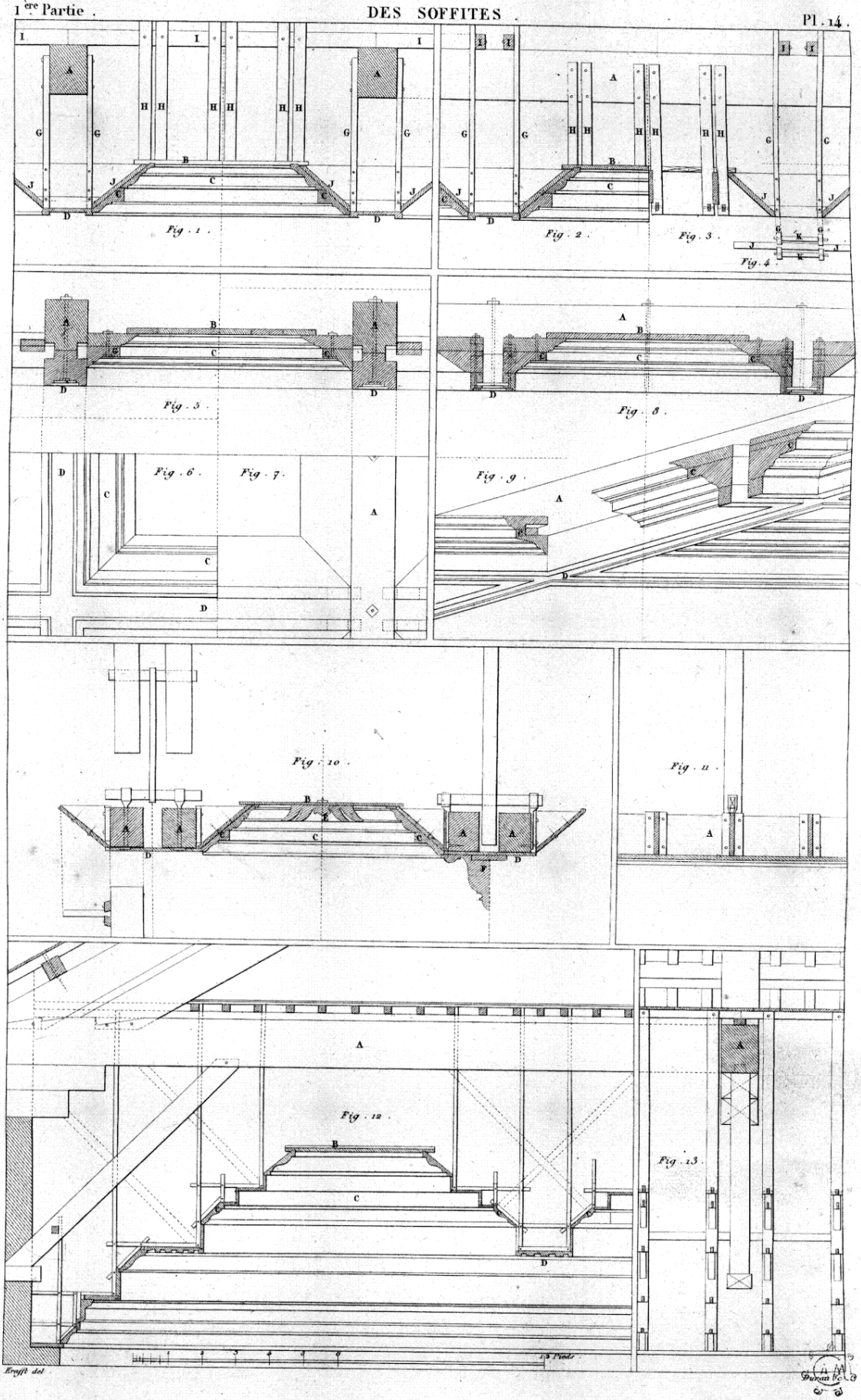
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



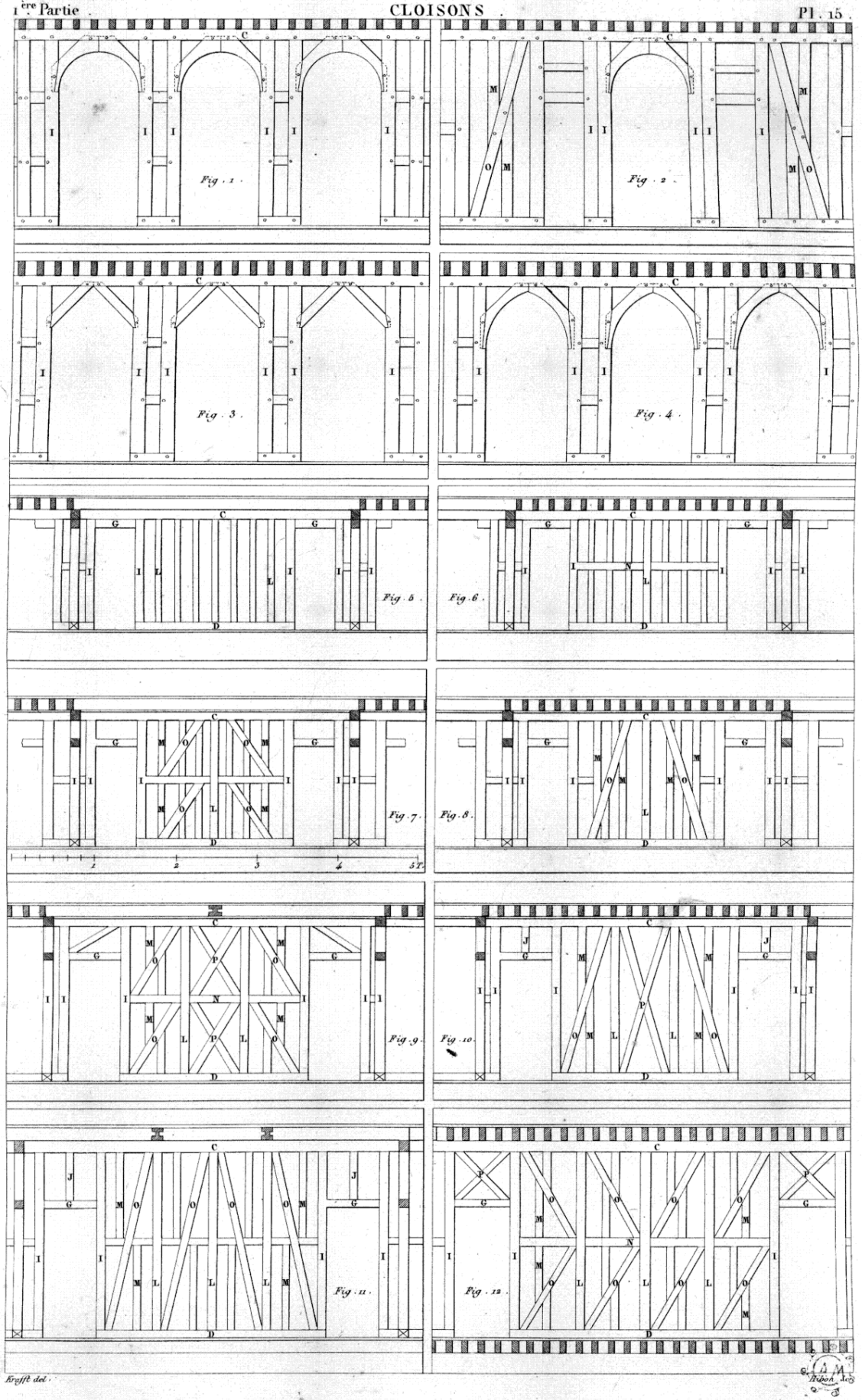
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

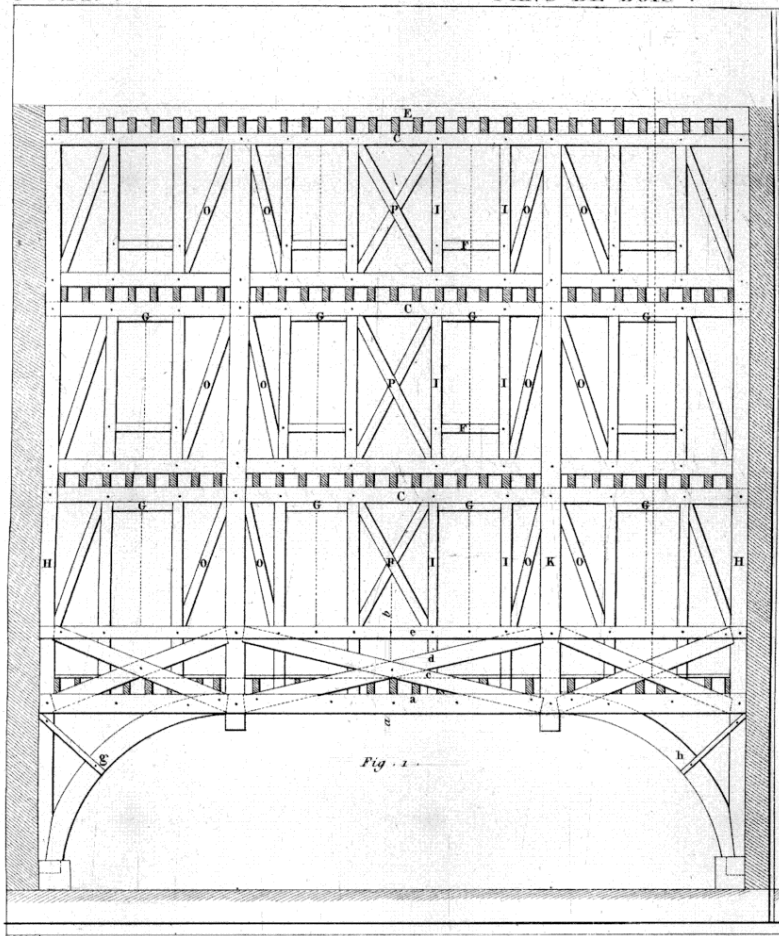


Fig. 1.

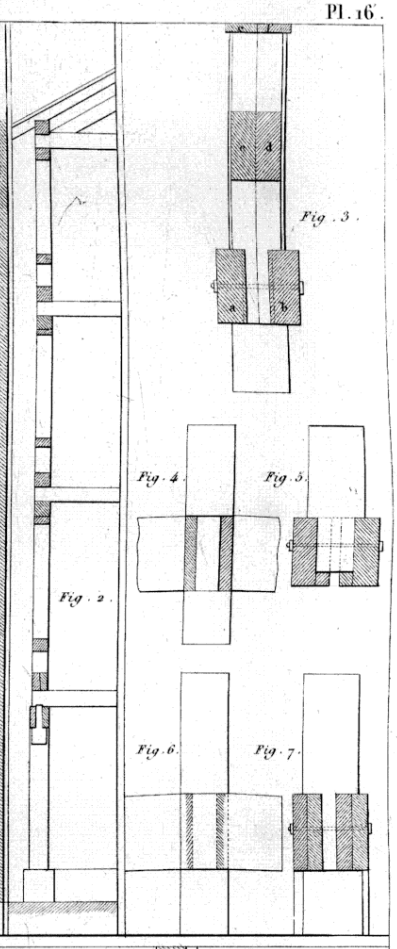


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 6. Fig. 7.

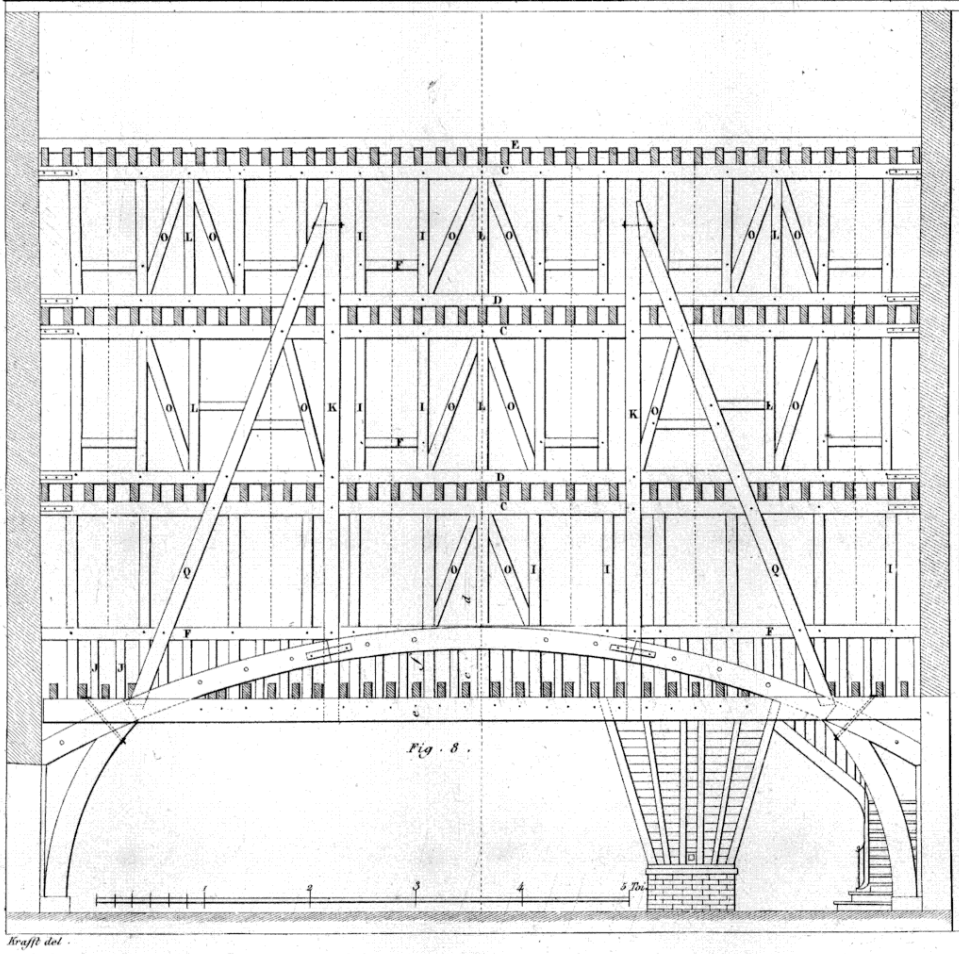


Fig. 8.

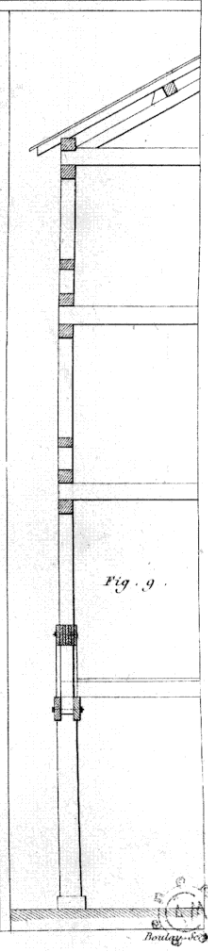
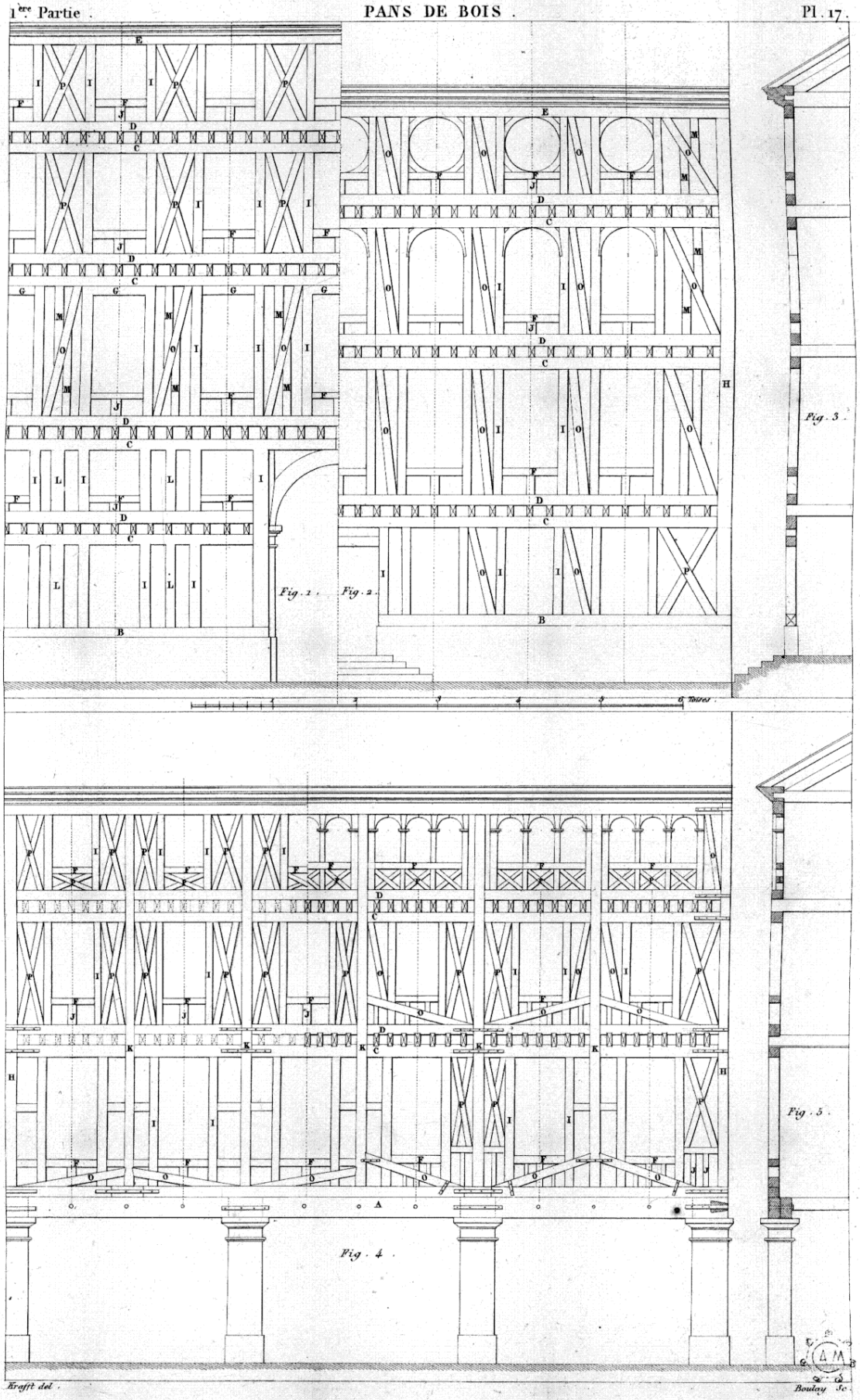


Fig. 9.

Krafft del. Boulay Sc.

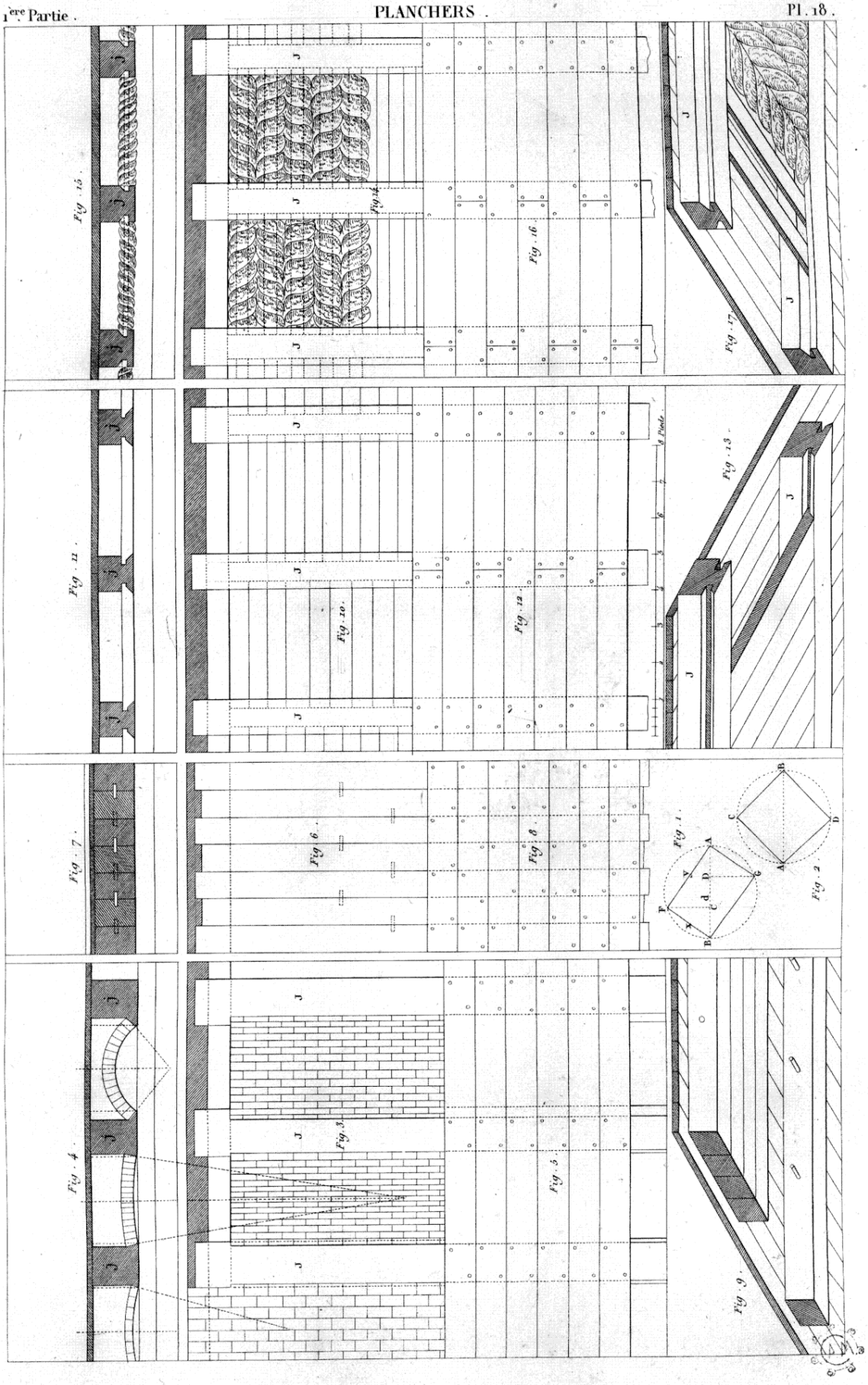
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



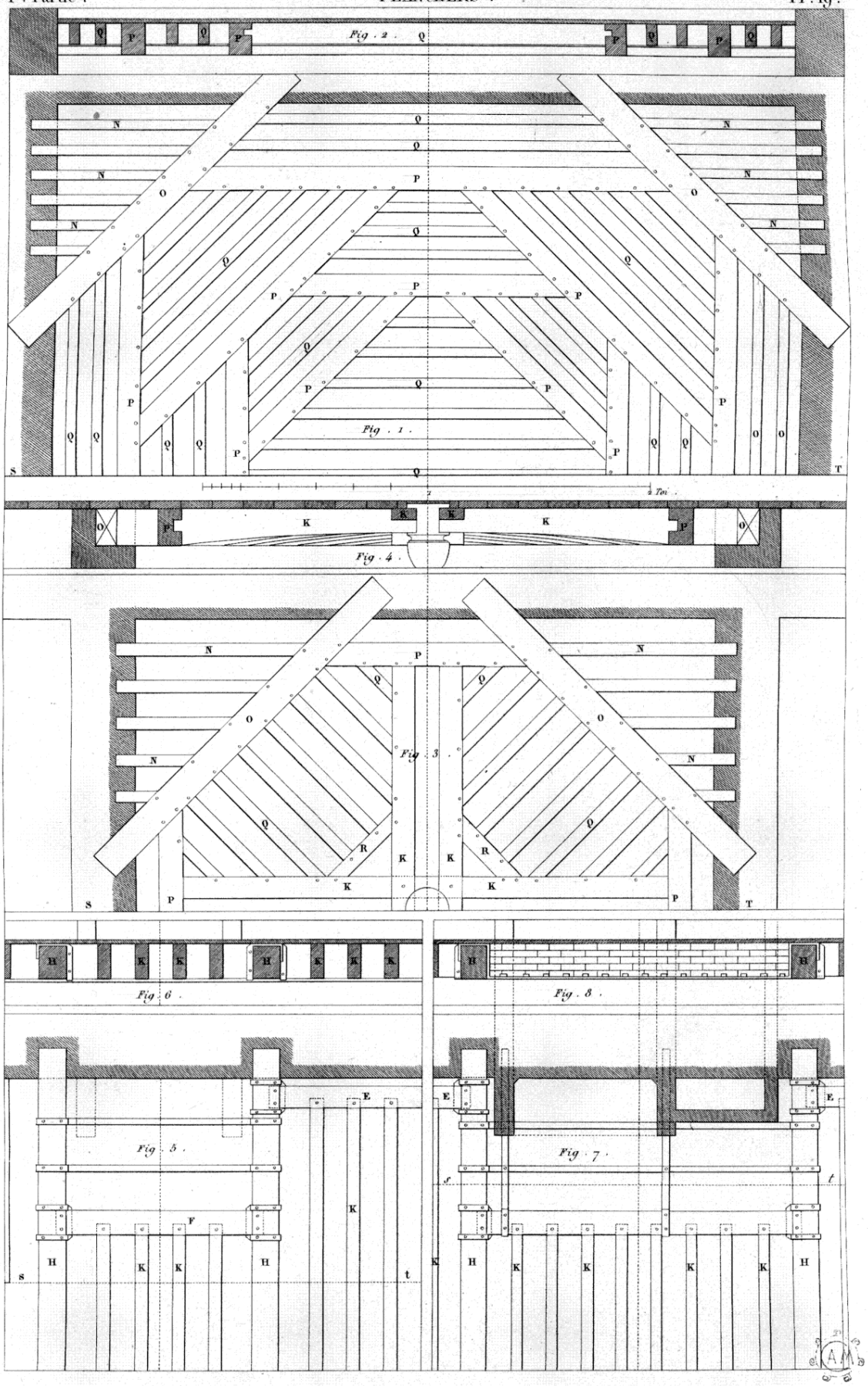
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



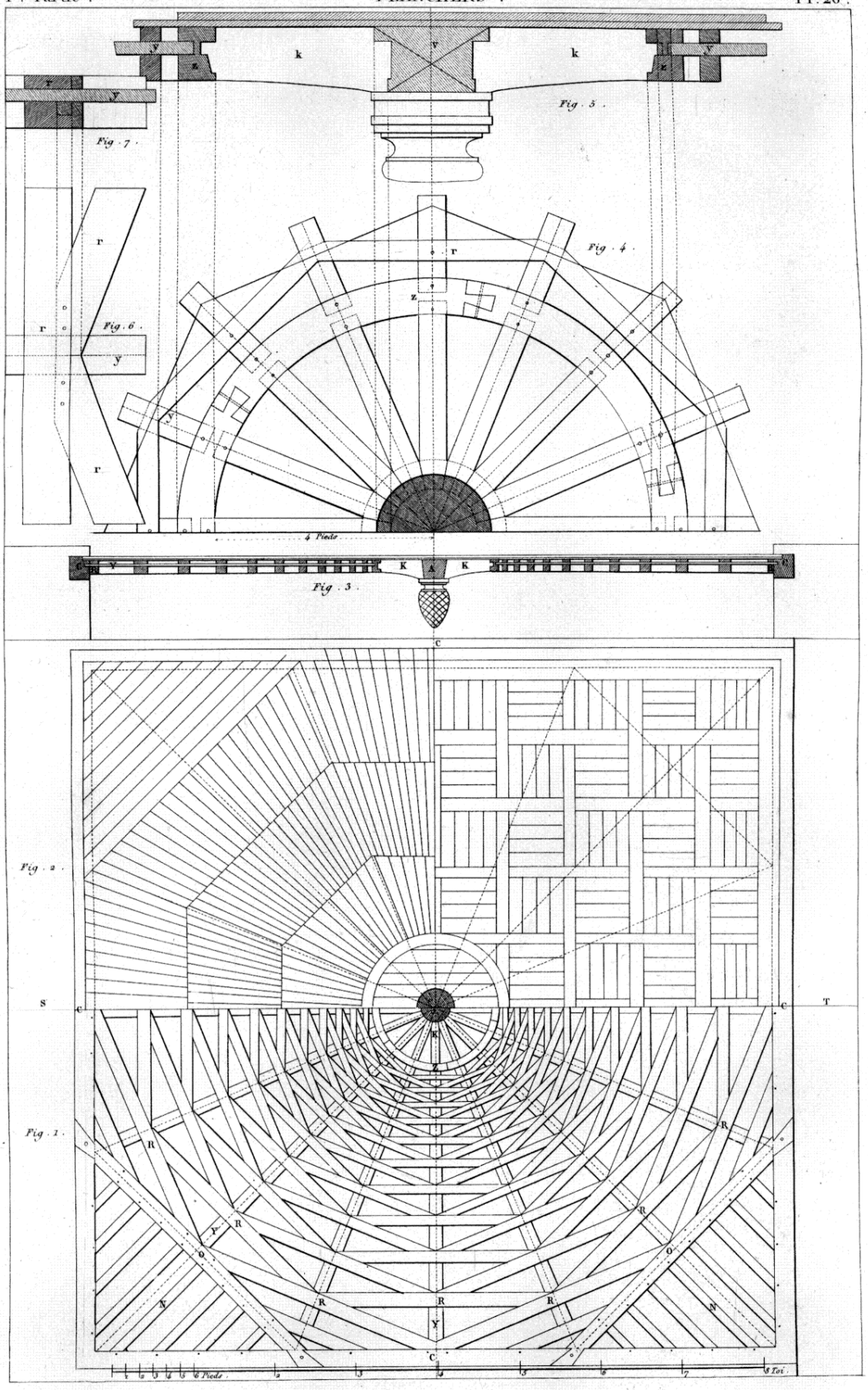
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



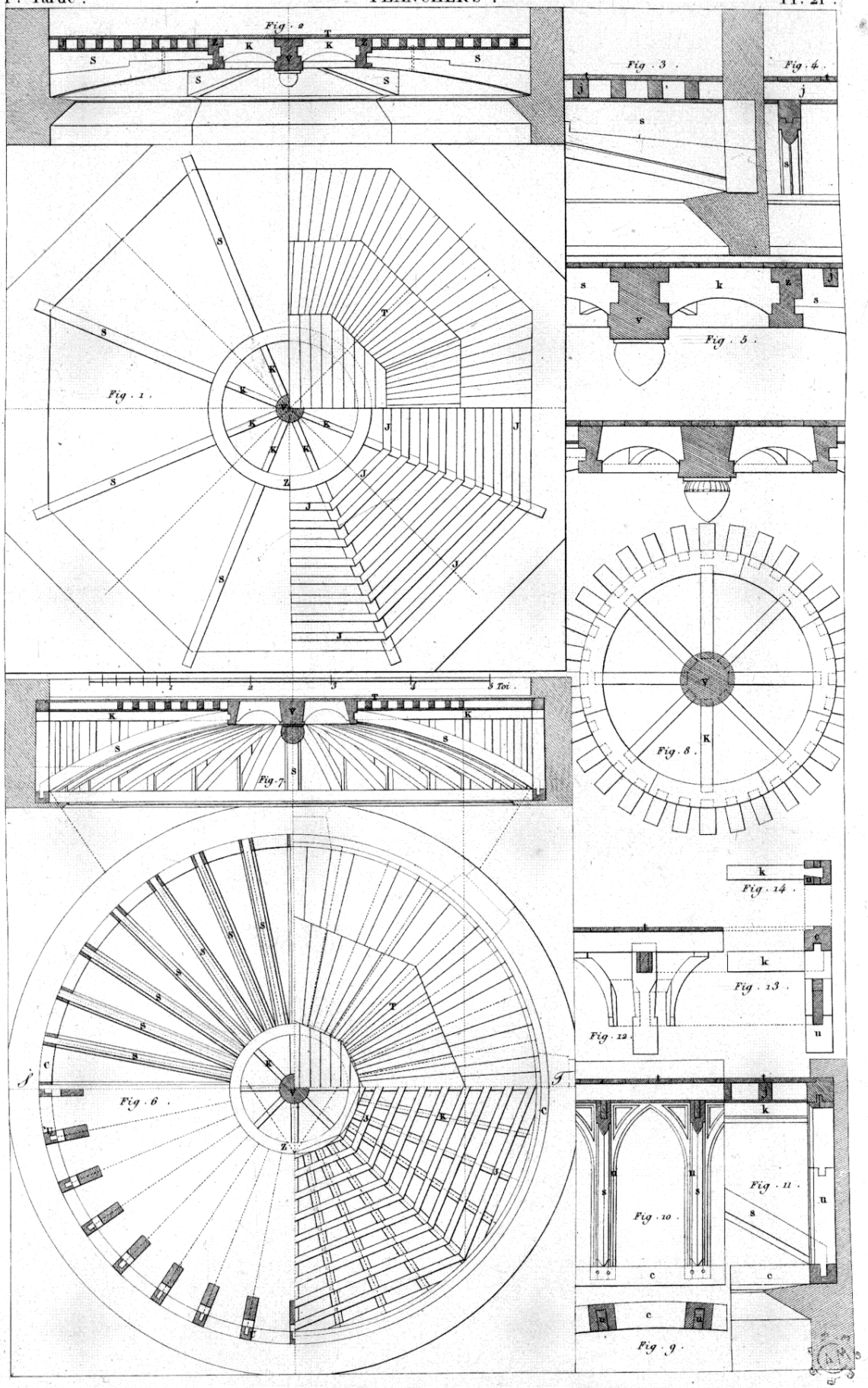
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



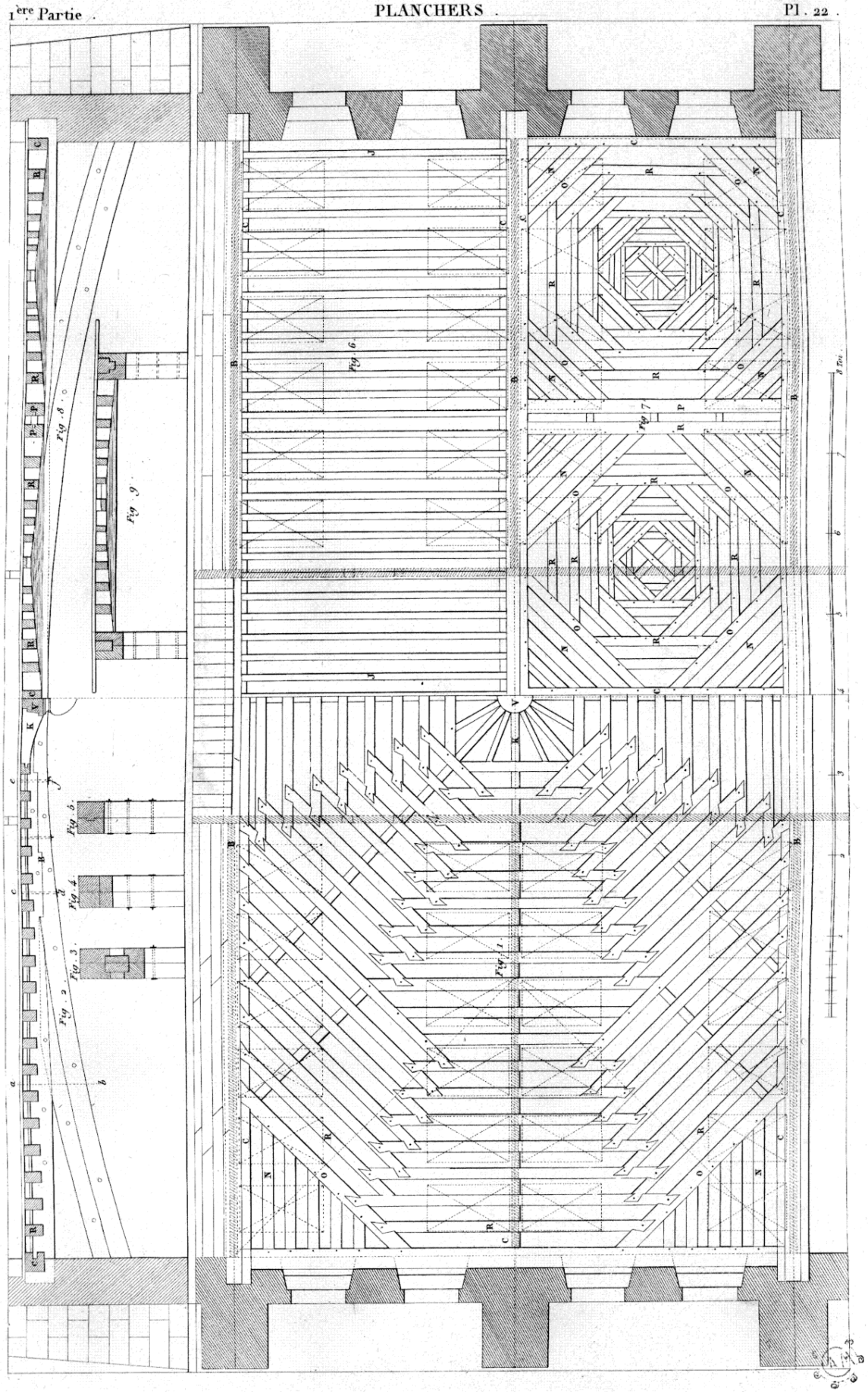
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



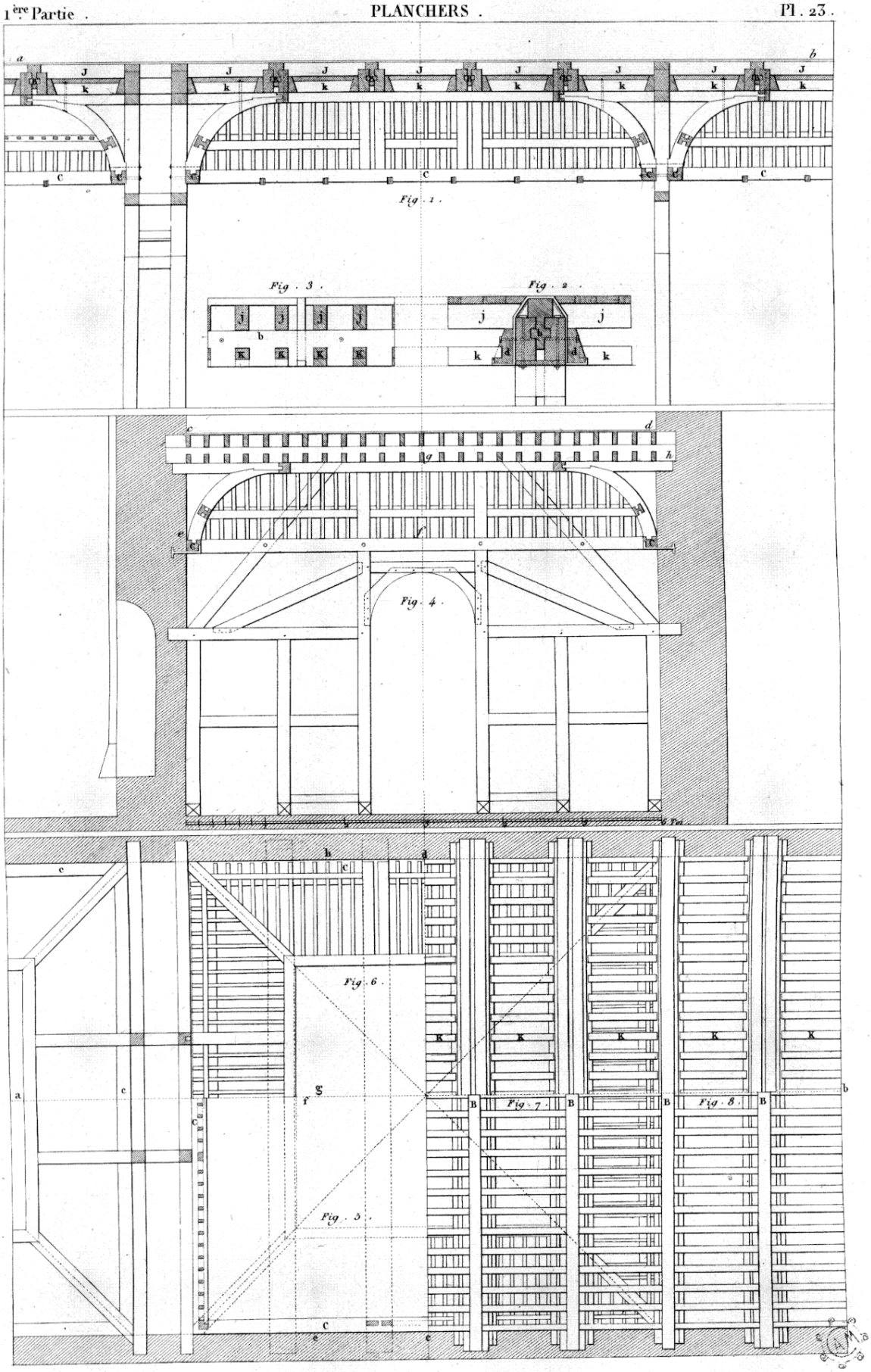
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



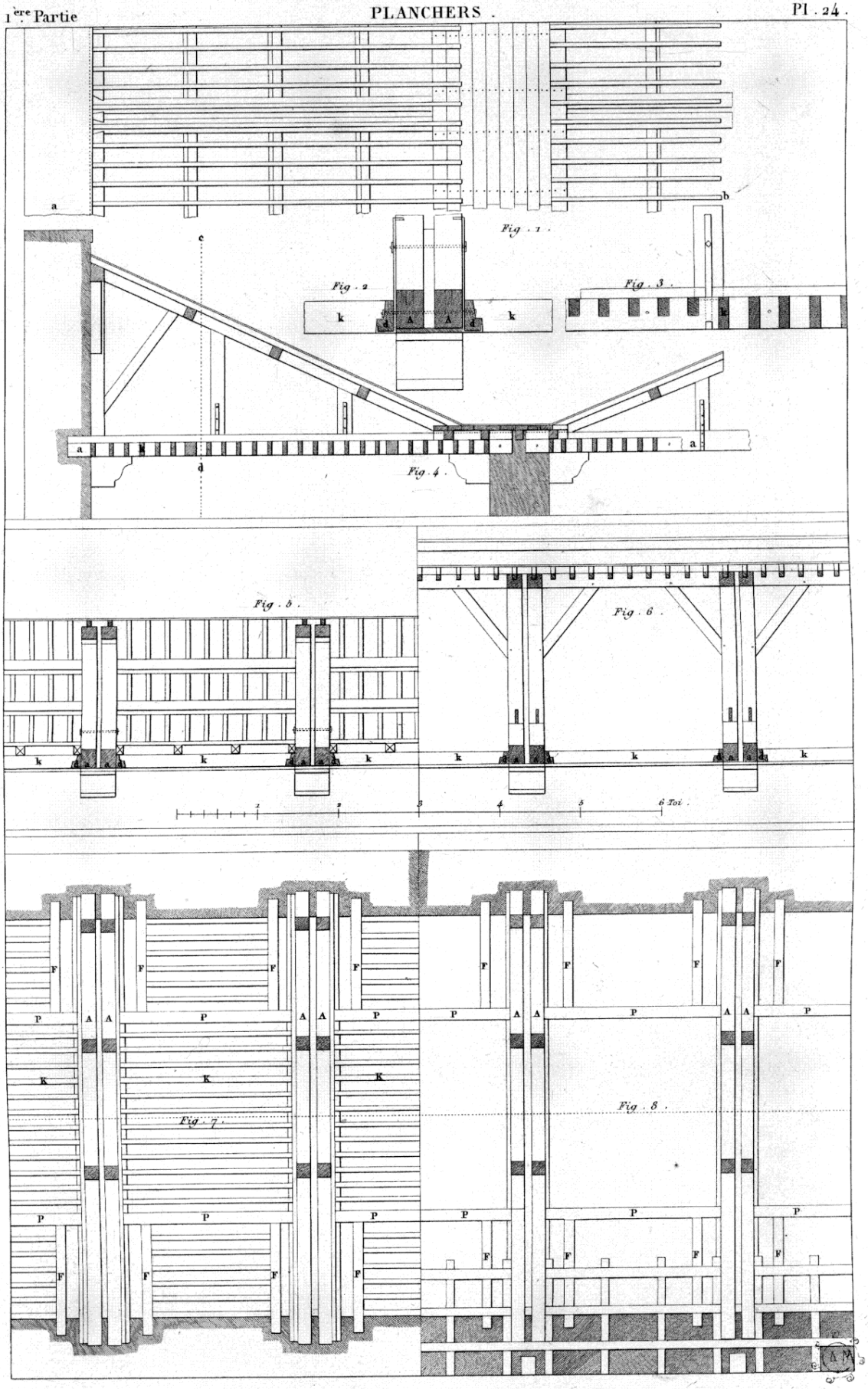
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



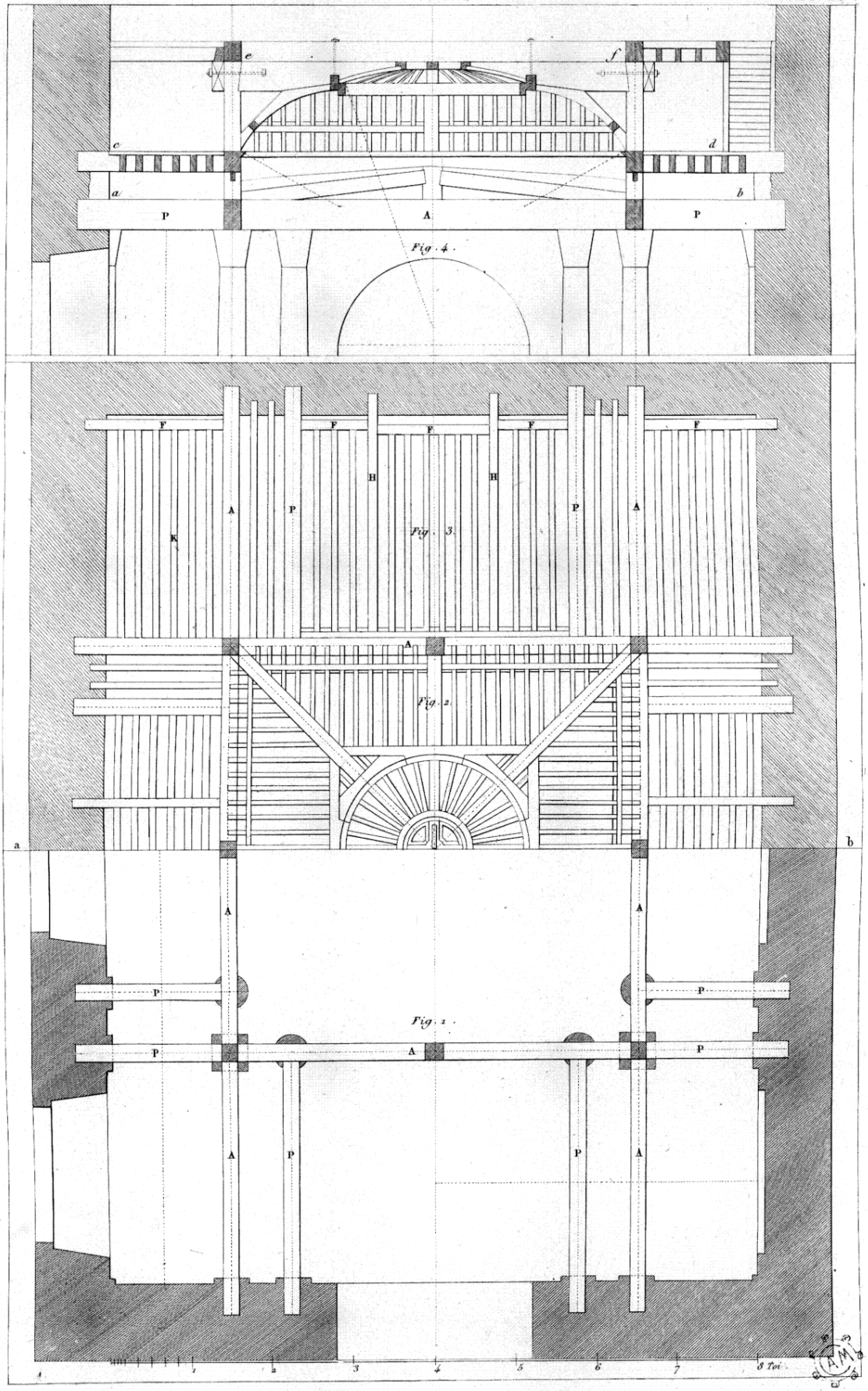
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



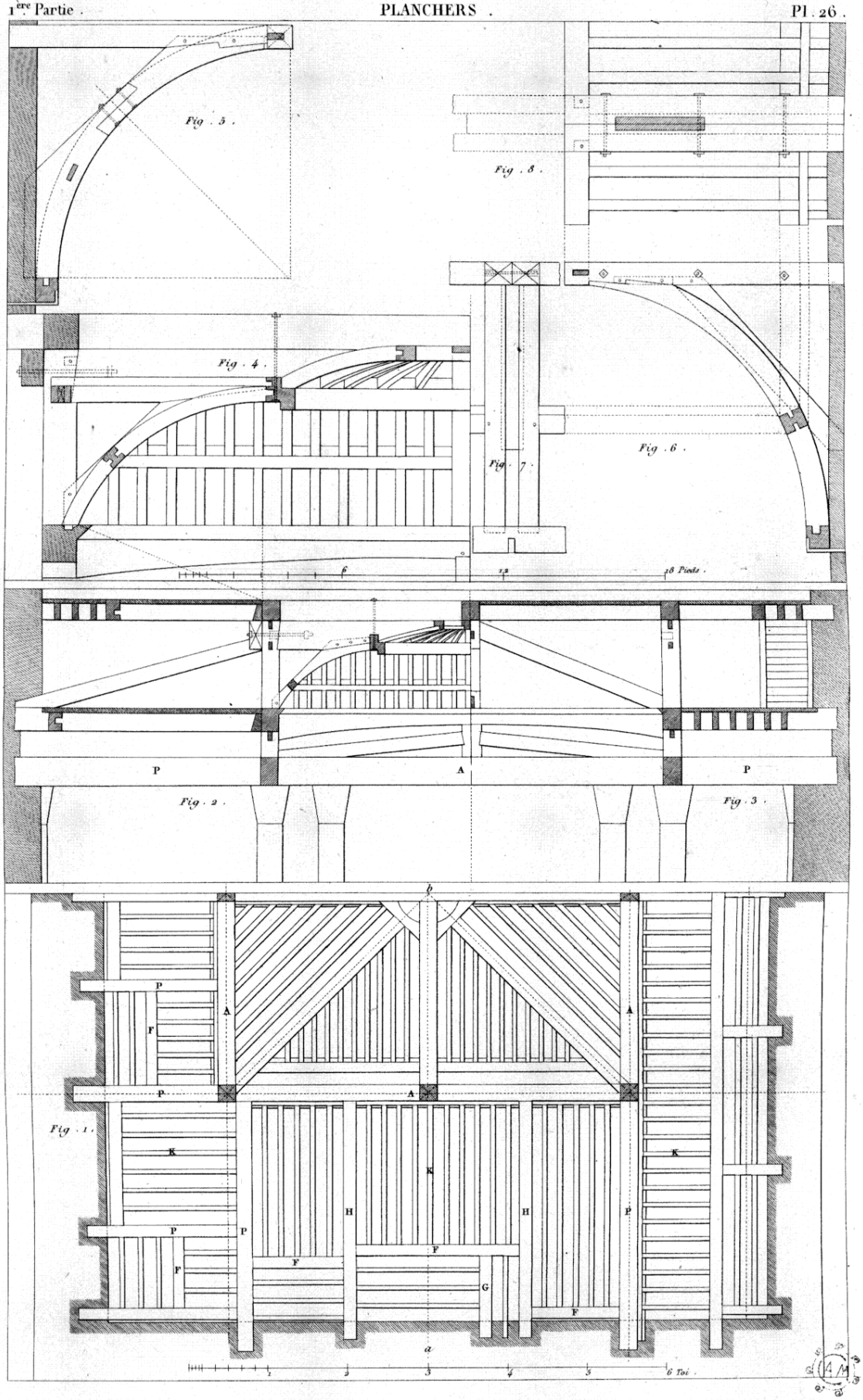
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



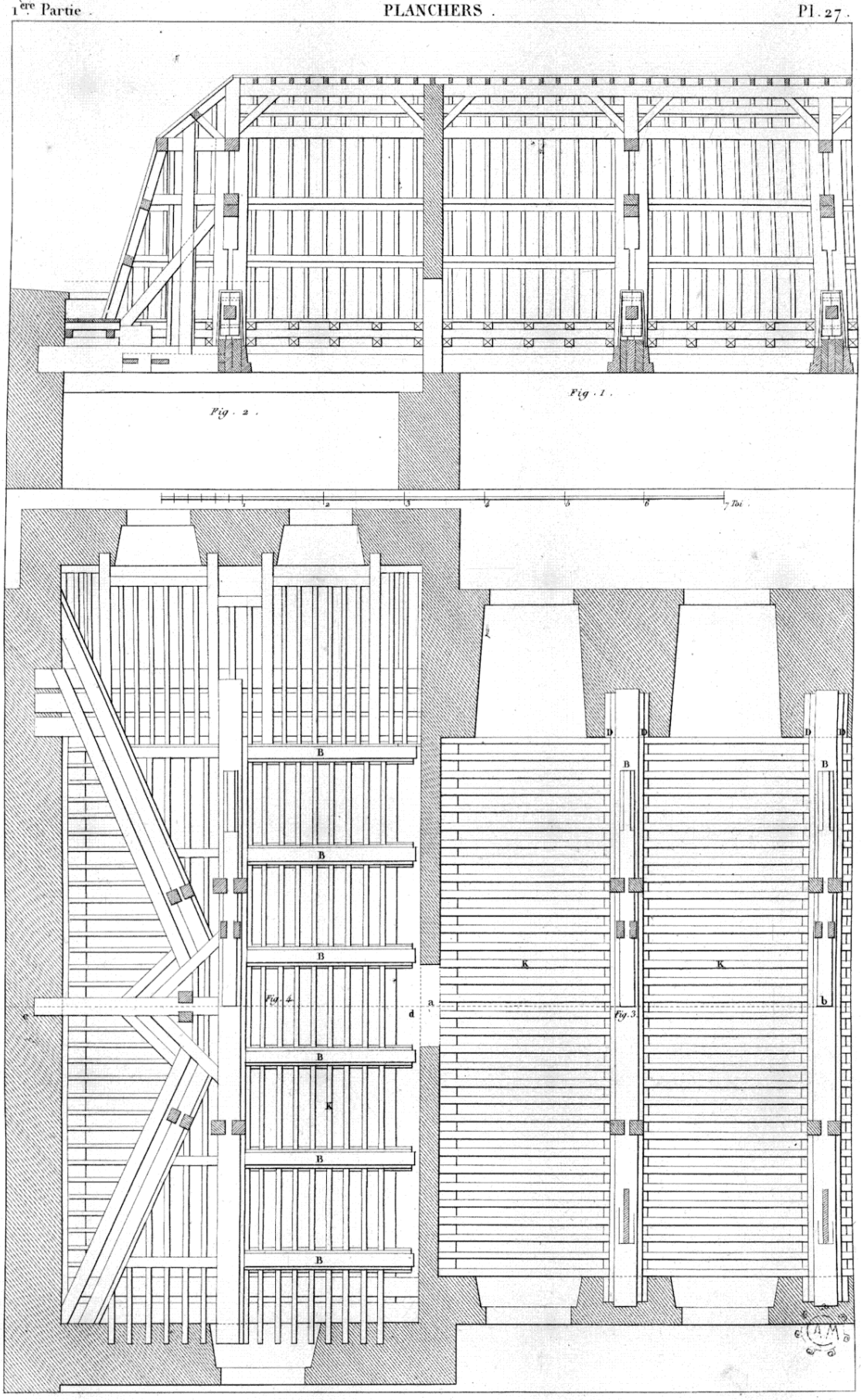
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



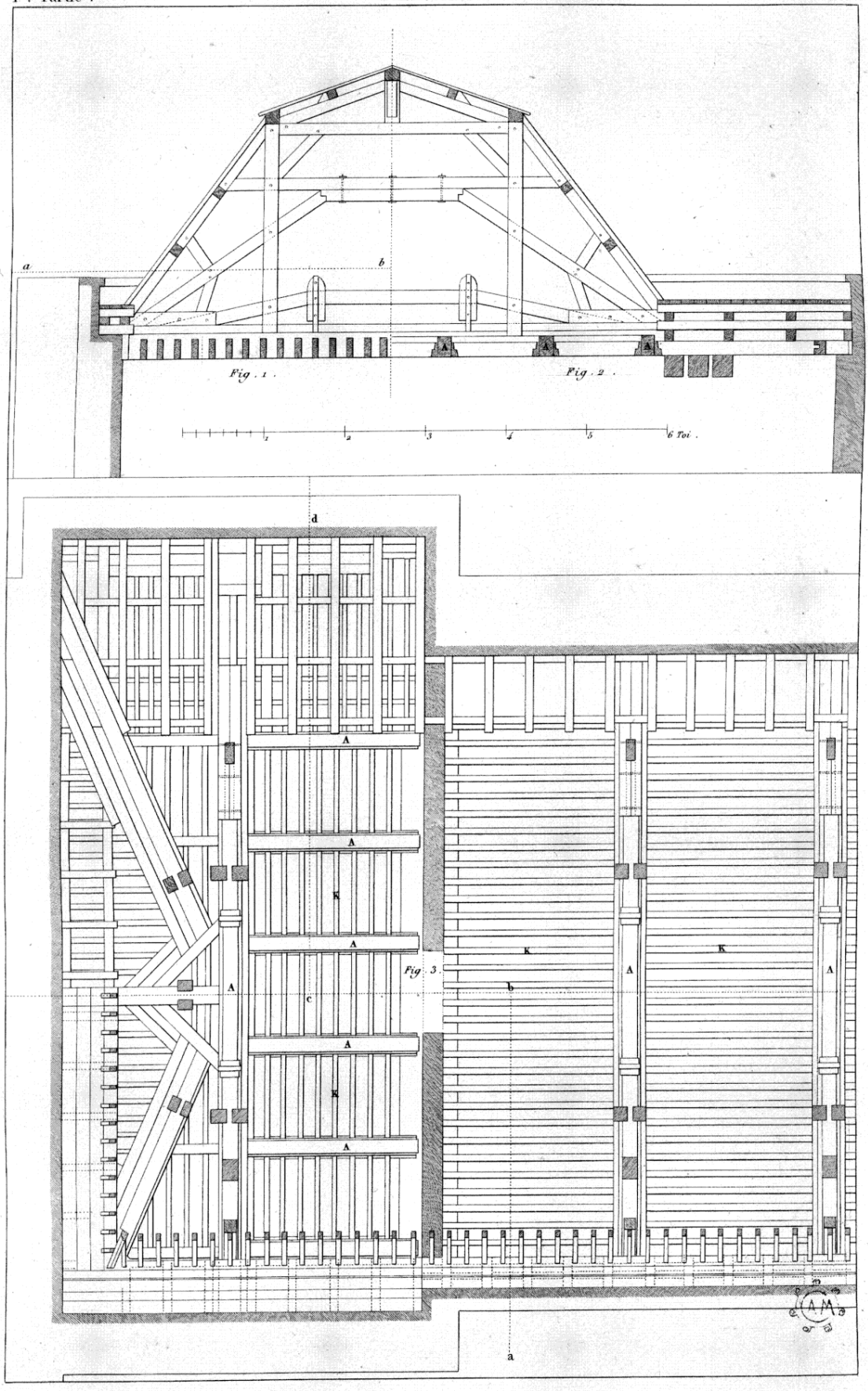
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



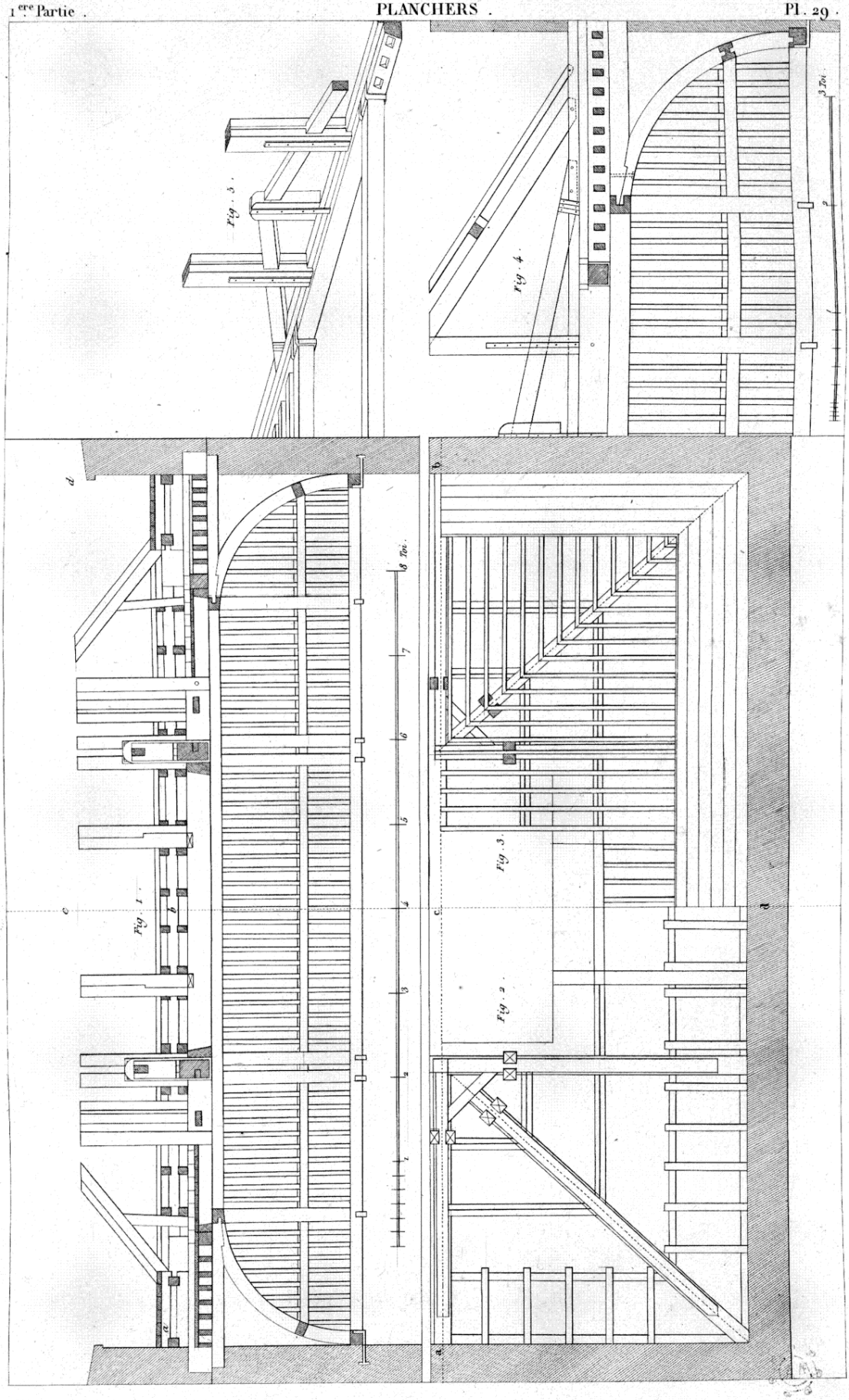
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



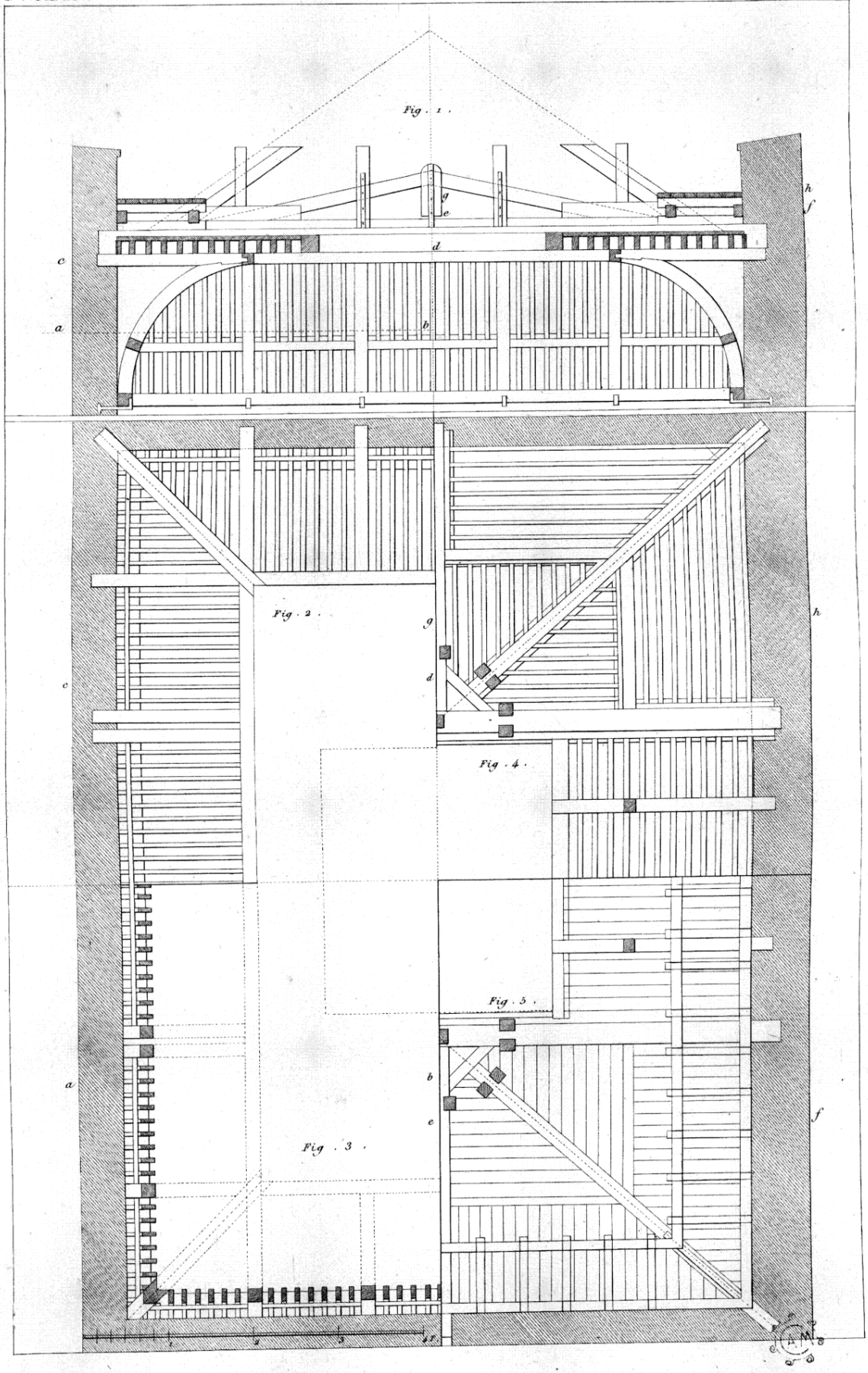
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRAITÉ

SUR

L'ART DE LA CHARPENTE

THÉORIQUE ET PRATIQUE

Publié par J. Ch. KRAFFT, Architecte.

Coupe des Escaliers.

ANWEISUNG

ZUR

THEORETISCH-PRAKTISCHEN

ZIMMERMANNS-KUNST.

Herausgegeben von J. Ch. KRAFFT, Baumeister.

Von dem Treppenschnitte.

TREATISE

ON

THE ART OF CARPENTRY,

WITH THE THEORY AND PRACTICE,

Published by J. Ch. KRAFFT, Architect.

Cutting of Stair-Cases.

A PARIS,

Chez
- L'AUTEUR, rue de Bourgogne, n° 25;
- FIRMIN DIDOT, Imprimeur du Roi, rue Jacob, n° 24;
- BANCE aîné, Marchand d'Estampes, rue Saint-Denis, n° 214;
- REY et GRAVIER, quai des Augustins, n° 55;
- GOEURY, Libraire des Ingénieurs de l'École royale des Ponts et Chaussées, et de l'École royale des Mines, quai des Augustins, n° 41.
- A Manheim, chez Artaria.

1820.

CONSERVATOIRE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette partie, en feuilles, est de 25 fr.; brochée, 26 fr., et cartonnée, 28 fr.

DE L'IMPRIMERIE DE L.-T. CELLOT.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AVANT-PROPOS.

Quoique notre recueil soit consacré à l'art de la charpente, l'escalier pouvant être considéré comme un passage oblique pour communiquer d'un étage à un autre, composé de marches, sur une base de grandeur et de forme variables à l'infini, et qui peut être exécuté en diverses sortes de matières, quelquefois en même temps, nous avons pensé qu'en donnant une théorie générale sur toutes les conditions dont ces sortes de passages sont susceptibles, nous mettrons aussi les ouvriers qui étudient, à même de les exécuter, soit en pierre, soit en bois de charpente, ou enfin en menuiserie.

Les praticiens y trouveront des exemples de calculs, qui les mettront à même de reconnaître si un escalier est possible, ayant seulement les principales mesures; ils pourront donc, avant d'en commencer le tracé, reconnaître même la combinaison la plus sûre et la plus favorable à l'emplacement, ainsi que la distribution des barreaux de rampe, qui est presque toujours négligée, et dont on ne s'occupe qu'après l'escalier posé; ce qui est un procédé vicieux: aussi voit-on dans la plupart des rampes, les barreaux mal combinés, parce que leur combinaison n'a pas été prévue (*a*).

Les rampes en fer, composées de barreaux recouverts d'un conducteur en bois poli, selon le goût actuel, sont d'un bel effet. Elles offrent le principal caractère de sûreté aux personnes qui montent et qui descendent: leur position est toujours évidente; leurs défauts de combinaison, de construction et de symétrie, signalent toujours le mauvais praticien; donc cet accessoire doit toujours être prévu dans les premiers tracés du projet.

Nous avons aussi, dans la théorie générale, détaillé les noyaux, les limons, les marches palières, etc.

A la suite de la partie élémentaire, sont des exemples de combinaisons, copiés sur ces diverses exécutions, qui nous ont présenté des développements utiles à l'étude, et qui donneront des facilités pour des combinaisons nouvelles, dans des localités de forme extraordinaire.

La cumulation de deux, trois, et même quatre escaliers sur une même base, ayant été heureusement appliquée dans quelques habitations, nous en avons soumis nos dessins à l'art de la gravure, et les avons placés après les planches qui contiennent les combinaisons élémentaires: et pour épargner le soin pénible d'en rechercher les détails de construction et de tracé, nous les avons réunis sur des planches doubles, afin qu'aucun obstacle ne puisse arrêter les praticiens, qui ont toujours peu de temps à donner aux recherches nécessaires pour le tracé de leur ételon.

(*a*) Ceci n'est point applicable aux projets combinés par les Architectes, qui embrassent dans leurs dessins la généralité des parties de l'escalier à construire.

VORREDE.

Gegenwærtiges Werk handelt zwar zunächst von denjenigen Grundsätzen, welche auf die Zimmermannskunst Bezug haben; da aber eine Treppe gleichsam als ein schräg laufender Steg zu betrachten ist, auf welchem man von einem Stockwerke zum andern gelangen kann; da ferner dieselbe aus Stufen besteht, deren Basis nicht nur der Grösse und Gestalt nach, unendlich verschieden ist, sondern bisweilen auch, zu einer und derselben Zeit, aus verschiedenartigen Materialien zusammengesetzt werden kann, so glauben wir, dass die Aufstellung einer allgemeinen Theorie, wodurch sämmtliche, bei den Treppen nöthige Erfordernisse deutlich und bestimmt auseinandergesetzt werden, nicht allein denjenigen Arbeitern willkommen seyn wird, die sich mit der Erbauung steinerner, sondern auch denen, die sich als Zimmerleute oder Tischler, mit der Verfertigung hölzerner Treppen beschäftigen.

Die Baukundigen finden zugleich auch mathematishe Ausgaben, nach welchen sie, obgleich nur mit dem allgemeinen Masse des Locals versehen, bestimmen können, ob eine Treppe ausführbar sey oder nicht. Diesem zufolge sind sie schon vor der Entwerfung des Risses im Stande, die dauerhafteste, und dem Locale ansgemessenste Zusammensetzung der Treppe sowohl als des Geländers anzugeben. Die Zusammensetzung des Geländers verdient um so mehr berücksichtigt zu werden, da man sich bey derselben sehr oft die grösste Nachlässigkeit zu Schulden kommen lässt, und sich gewöhnlich erst dann damit beschäftigt, wenn die Treppe bereits schon aufgerichtet ist. Eine häufige Folge dieser fehlerhaften Verfahrungsart ist die, dass die meisten Geländer schlecht zusammengesetzt sind, weil man die Anlegung derselben nicht im voraus bedacht hat (*a*).

Nach dem jetzt herrschenden Geschmacke bestehen die Geländer aus eisernen Stäben, auf denen eine glatt polirte hölzerne Auflage ruht. Sie empfehlen sich nicht allein durch ihre schöne Gestalt, sondern gewähren auch den herauf und herabsteigenden Personen die meiste Sicherheit. Und da ihre Gestalt sich dem Auge jederzeit auf eine deutliche und bestimmte Weise darstellt, so wird die fehlerhafte Zusammensetzung, Erbauung und Symmetrie derselben stets einem unwissenden Baumeister verrathen: aus diesem Grunde muss also auf diesen accessorischen Gegenstand bei dem Entwurfe des Risses jederzeit mit Rücksicht genommen werden.

Bei der allgemeinen Theorie haben wir zugleich mit die Spindeln, Wangen und Ruheplätze, u. s. w. beschrieben.

Die dem scientivischen Theile angehängten Combinations-Exempel sind von verschiedenen Treppen-Ausführungen genommen. Ihre Anwendung kann für die Kunst nicht anders als von Nutzen seyn, und zu neuen Combinationen führen, besonders bei Localen, deren Gestalt von der gewöhnlichen abweicht.

Da auf einer und derselben Grundfläche zwei, drei, und selbst vier Treppen mit glücklichem Erfolge, in verschiedenen Gebäuden ausgeführt worden sind, so hahen wir die darauf Bezug habenden Muster denjenigen Tabellen folgen lassen, welche die elementarischen Treppen-Zusammensetzungen enthalten: und um dem Leser das beschwerliche Aufsuchen der Beschreibungen und Zeichnungen zu ersparen, haben wir solche auf doppelten Tabellen dargestellt, so dass die Lehre ohne Zeitverlust gezeichnet werden kann.

(*a*) Dieser Vorwurf kann aber die Baumeister nicht treffen, welche bei ihren Rissen auf alle Theile der zu erbauenden Treppen Rücksicht nehmen.

PREFACE.

Though our collection be consecrated to the joiner's art, as the stair-case may be considered as an oblique passage from one story to another, made up of steps infinitely varied in size and form, which may be executed in different kinds of materials, we thought that in giving a general theory of the several conditions which these passages are susceptible of, it may be possible to render the execution easier to the workman, both in stone or timber.

The professional man will find examples of calculation by which he may easily discover if a stair-case be possible, having once obtained the principal measures; he may then, before he draws out the plan, arrive at the surest combination and most favourable to the laying and distributing of the rails of the balustrade, which is almost ever neglected, or never thought of till the stair-case be laid. Nothing can be more vicious than this manner of proceeding, and nothing is more common than an ill-combined distribution of rails, because this combination has not been foreseen (*a*).

Iron balustrades, covered over with a conductor of polished timber, according to the modern taste, produce the best effect. They offer the principal character of safety to those who go up or down; their position is always evident; their want of combination, construction, or symmetry, ever betray the bad and ignorant workman. The accessory parts ought then to be ever provided for, before we draw the first draught of a project.

We have already, in the general theory, given a detailed account of the landing-steps, the spindle and the string-board.

After the elementary part come examples of combinations copied after the different executions that held out to us more general observations useful to study, and which will facilitate new combinations in places of an extraordinary form.

The accumulation of two, three and even four stair-cases on a same basis, having been successfully applied in some houses, we have submitted our drawings to the art of engraving, and we have placed them after the plates, which contain the elementary combinations: to save the trouble of looking for the details of construction and of the trait, we have reunited them on double plates, in order that no obstacle should stop practisers, whose time is always short for the searches necessary to the delineation of their *ételon*.

(*a*) This is not applicable to plans combined by architects, that embrace the generality of the parts of a stair-case to be constructed.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRAITÉ

SUR

L'ART DE LA CHARPENTE

THÉORIQUE ET PRATIQUE.

IIme PARTIE.

Des Escaliers.

Pour pouvoir, dans une maison, se rendre d'un étage inférieur au supérieur, il faut un plan incliné, façonné par l'art, qui doit le rendre commode, agréable et bien éclairé. On a donné à cette partie du bâtiment le nom d'*Escalier;* mais les parties destinées à pouvoir s'abaisser au-dessous du sol (même en continuité d'un escalier), prennent le nom particulier de *Descente*; et on a donné le nom de *Perron* aux parties destinées à monter au rez-de-chaussée, quand il est plus élevé que le sol.

On divise les escaliers en deux classes principales, qu'on nomme *Grand escalier* et *Petit escalier:* ces deux dénominations sont très-usitées dans les écritures dites, *États des lieux*, *Devis*, *Mémoires*, *etc.* Les traités d'Architecture contiennent un très-grand nombre de dénominations particulières d'escaliers, qui peuvent se réduire aux suivantes.

Escalier à base *triangulaire*, Fig. 1, Pl. X.
— *quarrée*, Pl. XIV, Fig. 1.
— *parallélogrammique* (ou barlongue), Pl. XVIII, Fig. 1.
— *hémicycle* (en fer à cheval), Pl. XXI, Fig. 1.
— *circulaire* (rond) Pl. XVI, Fig. 1, et Pl. XXV, Fig. 1.
— *elliptique* (sur un plan ovale), Pl. XXIII, Fig. 1.
— *à double courbure*, Pl. XI, Fig. 12.

Dans les constructions neuves, on peut souvent choisir la forme et les dimensions de la base de l'escalier à exécuter: dans ceux qu'on appelle *Escaliers imprévus*, il est rare qu'on ait la même faculté: la destination de l'escalier, les localités, ou les conditions demandées par le propriétaire, etc., seront, dans ce cas, la règle que doit suivre le constructeur pour former son plan. Les Fig. 1, 2, 5 et 6, de la Pl. VII, et celles 1, 2, 3 et 4, de la Pl. VIII, sont des exemples d'applications faites dans de vieux bâtiments, d'après leurs anciennes distributions, et les besoins nouveaux.

PRINCIPES.

Plusieurs bons architectes sont d'accord sur les convenances suivantes.

L'escalier doit être situé à peu de distance de l'entrée de la maison; son extension doit être en rapport avec l'usage auquel il est destiné, et principalement assez vaste pour le passage des objets d'ameublement qui doivent y passer. Il doit non-seulement être construit solidement, mais en même temps avoir aussi l'apparence de cette solidité, caractère principal de cette partie la plus fréquentée du bâtiment.

L'entrée d'un escalier doit se présenter favorablement à la personne qui y arrive; les paliers de repos, quand on ne peut les éviter, doivent être éclairés; mais la lumière est encore plus essentielle aux paliers d'arrivée, où est l'entrée des appartements. Le contour de la ligne de giron est toujours plus agréable à parcourir quand il est arrondi, que quand il est angulaire. Les plafonds lisses conviennent principalement aux petits escaliers; mais le travail en doit être proprement soigné; les moindres imperfections

ANWEISUNG

ZUR

THEORETISCH-PRAKTISCHEN

ZIMMERMANNS-KUNST.

ZWEITER THEIL.

Von den Treppen.

Will man sich in einem Gebäude aus einem Stockwerk in das andere begeben, so bedarf es hierzu eines schrägen, von der Kunst geformten Planes, dessen Haupteigenschaften Bequemlichkeit, Licht und äusere Schönheit sind. Dieser Theil des Gebäudes führt den Namen *Treppe*. Geht, bei übrigens ununterbrochenem Laufe der Treppe, ein Theil derselben in den Fussboden hinein, so nennen die französischen Baumeister diesen verlängerten Theil *Descente*. Da hingegen der Theil, auf welchem man zum Erdgeschoss gelangt (wenn dasselbe höher als der Fussboden ist), *Auftritt* genennt wird.

Ursprünglich theilt man die Treppen in *grosse und kleine*, welche Benennungen in Plänen, Bauanschlägen und andern schriftlichen Aufsätzen, sehr häufig vorkommen. Was die besondern Benennungen der Treppen anbetrifft, so gibt es deren eine sehr grosse Menge, welche sich sämmtlich auf folgende reduciren lassen.

Treppen mit *dreieckiger* Basis, Tab. X, Fig. 1.
— *viereckiger* Basis, Tab. XIV, Fig. 1.
— *parallelogrammförmiger* Basis, Tab. XVIII, Fig. 1.
— *halbzirkelrunder* (hufeisenförmiger) Basis, Tab. XXI, Fig. 1.
— *zirkelrunder* Basis, Tab. XVI, Fig. 1, Tab. XXV, Fig. 1.
— *länglich runder* (ovaler) Basis, Tab. XXIII, Fig. 12.
— *doppelter Biegung* Basis, Tab. XI, Fig. 12.

Werden neue Treppen erbaut, so hängt die Gestalt und Dimension der anzulegenden Treppe sehr oft von der Willkühr des Baumeisters ab. Bei den sogenannten unvorhergesehenen oder später zu erbauenden Treppen aber, findet diese Willkühr sehr selten Statt. In diesem Falle muss sich der Baumeister nach der Bestimmung der anzulegenden Stiege, nach dem Local, und besonders nach den von dem Eigenthümer vorgeschriebenen Bedingungen richten, und darnach seinen Riss entwerfen. In den Fig. 1, 2, 5 und 6, Tab. VII, und 1, 2, 3 und 4, Tab. VIII, findet man zweckmässige Muster, welche sowohl nach der ursprünglichen Eintheilung alter Gebäude, als auch für später nöthig gewordene Bedürfnisse gefertiget worden sind.

PRINCIPIA.

Mehrere erfahrne Baumeister stellen für die Erbauung einer Treppe folgende Regeln auf.

Eine Treppe muss nahe am Eingang eines Hauses angelegt werden; die Grösse derselben muss mit dem Gebrauche, zu welchem sie bestimmt ist, im Verhältnisse stehen; auch muss sie geräumig genug seyn, um Mobilien und andere Geräthschaften ohne Hinderniss hinauf schaffen zu können; sie muss ferner nicht bloss fest erbaut seyn, sondern diese Festigkeit, welche ein wesentliches Erforderniss bei diesem so häufig gebrauchten Theile des Hauses ausmacht, muss sich auch durch den Anschein dem Auge bemerkbar machen.

Der Zugang zu einer Treppe darf sich den eintretenden Personen durch keine widerwärtige Gestalt darstellen. Lassen sich die Ruheplätze nicht vermeiden, so müssen sie wenigstens lichtvoll seyn; besonders aber ist das Licht bei dem Eingange zu den Zimmern, ein noch wesentlicheres Erforderniss. Die Stufen lassen sich weit angenehmer beschreiten, wenn solche abgerundet, als wenn sie eckig sind. Glatte Decken schicken sich vorzüglich für kleine Treppen; sie müssen aber mit Sorgfalt gearbeite

TREATISE

ON

THE ART OF CARPENTRY,

WITH THE THEORY AND PRACTICE.

PART II.

Of Stair-Cases.

To be able to pass in a house, from a lower to an upper story, an inclined plan, formed with art, is necessary, which is to render it convenient, agreable and well lighted. To this part of the building, they have given the name of stair-case; but the parts intended for descending below the ground, even though a continuation of the stair-case, take the particular name of *descent*, and they have given the name of *perron* to the steps leading to the peristile when the ground floor is raised above the surface of the earth.

Stair-cases are divided into two principal classes called great and little stair-case; those two denominations are very common in ordinary bills and statesments. Treatises on architecture contain a great number of particular denominations of stair-cases, which may be reduced to the following ones.

Stair-case of a *triangular* basis, Fig. 1, Pl. X.
— *square* basis, Fig. 1, Pl. XIV.
— *parallelogrammatic* basis, Fig. 1, Pl. XVIII.
— *hemicycle* basis, Fig. 1, Pl. XI.
— *circular* basis, Fig. 1, Pl. XVI and XXV.
— *elliptic* basis, Fig. 1, Pl. XXIII.
— *double curve* basis, Fig. 12, Pl. XI.

In new constructions we may often choose the form and dimensions of the basis of a stair-case to be executed; in those called *unforseen stair-cases*, the same facility is seldom possible: the destination of the stair-case, the situation, or the conditions required by the proprietor, must serve, in this case, as a rule to be followed by the constructor in drawing up his plan. The Fig. 1, 2, 5 and 6 of Pl. the seventh, and those 1, 2, 3 and 4, Pl. VIII, are examples of applications made in old buildings after their old distributions and new wants.

PRINCIPLES.

Several good architects have adopted the following principles.

The stair-case is to be placed at a very small distance from the entry of the house. Its extent is to be proportioned to the use to which it is intended, and above all, large enough for the passage of furniture-articles. It is not only to be constructed in a solid manner, but this solidity is to strike the eye, and ought to be the principal character of this most frequented part of the building.

The entry of the stair-case is to present itself in a favourable manner to the person who comes. The landing steps when they cannot be avoided, must be placed in a favourable light; but this situation is much more essential to the landing places that give into the apartments. The outline of the breadth of the step presents itself more agreably, if it be circular, than when it is of an angular form. Uniform cielings are better adapted to small stair-cases; but the work is to be finished with an extreme care: the least im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou défectuosités en sont trop visibles, principalement quand on descend.

La décoration des escaliers doit être simple; les ornements auront peu de relief: on adoucit les angles rentrants; on proscrit entièrement aujourd'hui les poteaux et noyaux pleins, parce qu'ils ont de la ressemblance avec les étayements, et qu'avec eux, il est plus difficile d'atteindre une forme élégante et agréable. Les statues ornent très-bien les grands escaliers.

1. Ou l'escalier est seulement composé de *marches* (les paliers de repos et ceux d'arrivée peuvent être considérés comme des marches contenant une grande surface horizontale); ou les marches sont soutenues avec des *noyaux*, ou elles le sont avec des *limons*; mais à toutes les sortes d'escaliers dits avec noyaux à jour, il faut un garde-corps ou appui, nommé *Rampe*, composée de *balustres* ou de *barreaux*.

2. Le tracé des descriptions, des développements et des assemblages, qui précède l'exécution d'un escalier, prend généralement le nom d'*Etelou*, ou *Epure*. La description horizontale, aussi nommée *Plan*, se réduit, dans les cas simples, à une configuration en retombée des surfaces horizontales des marches, compris leurs scellements, plus la ligne qu'on appelle *de Giron*. Mais quand les marches sont ornées de moulures ou cordons, il faut aussi y ajouter leur retombée; et quand le recouvrement des marches doit contenir une coupe oblique, dite *en tas de charge*, il faut aussi en marquer la retombée, principalement aux marches cintrées, et à celles qu'on appelle *dansantes*. Les poteaux, noyaux, limons et crémaillères, y seront de même figurés en retombées, dans les cas où ces pièces seront admises dans la composition de l'escalier.

Les praticiens font rarement usage des descriptions orthographiques; en sorte que les développements qui doivent accompagner le plan, se réduisent quelquefois à des panneaux et calibres rallongés, dont on fait usage pour reporter sur le volume les détails du tracé de l'ételou.

Remarque. Ayant reconnu que le dessin d'élévation est favorable à l'étude de l'escalier, nous conseillons aux commençants de s'y exercer; et pour les faciliter, nous avons marqué les élévations sur les plans aux Planches VI, VII, VIII, X, XIV, XVI, XVIII, XIX, XXI, XXIII, XXV et XXVIII. Ce Ce dessin sera aussi plus favorable que l'ételou, pour faire connaître au propriétaire la forme qu'aura l'escalier qu'il demande.

3. On distingue, à chaque marche, trois surfaces principales, Pl. VII, Fig. 7: 1° l'horizontale a, *a*, *a*, *a*, qui est toujours plane; on la nomme *Giron*: 2°. la verticale, b, est nommée *Pas*, ou *devant de la marche*, ou *hauteur de la marche*; celle-ci, qui est ou plane b, ou courbe, dite *cintrée en plan* c: lorsqu'une partie seulement est courbe d, e, on dit qu'elle est *adoucie sur son plan*. Cette même face verticale est aussi susceptible d'être ornée de moulures, que l'on nomme *Cordons*, m, m, m (*a*); 3°. la surface du dessous, f, Fig. 9, est appelée *Plafond*; elle peut être *a*, *a*, *Plane*, ou en *Hélice*. (Fraizier nomme cette dernière *Planohélicoïde*.)

Les bouts des marches ont aussi reçu des noms particuliers: celui qui est scellé dans le mur, q, q, q, est appelé *la Queue de la marche*; et celui qui est apparent dans le noyau à jour, n, n, n, ou inapparent au noyau plein, se nomme *Collet*.

(*a*) Crussière, démonstrateur, dit que le pas doit toujours se raccorder au giron des marches par une arête, et que les moulures qu'on y a introduites dans le siècle dernier, sous le prétexte de les orner, produisent un effet contraire: que d'ailleurs ces saillies sont dangereuses, puisque parfois elles arrêtent tout-à-coup le mouvement du pied de la personne qui monte, lui causent une chute ou du moins un choc désagréable.

seyn, und zwar um so mehr, da vorzüglich beim Herabsteigen, der geringste Fehler daran bemerkbar ist.

Eine Treppe muss ganz einfach verziert seyn; die Zierrathen selbst, müssen nur leicht erhaben seyn; die eingehenden Winkel werden ausgeglichen; Pfosten und volle Spindeln werden gegenwärtig nicht mehr angewendet, und zwar um deswillen weil solche nicht nur die Ausführung einer schönen und gefälligen Gestalt erschweren, sondern auch überdem noch das Ansehn von Stützen haben. Grosse Treppen werden mit Bildsäulen sehr schön verziert.

Wir bemerken:

1. Die Stufen aus welchen eine Treppe zusammen gesetzt wird, halten sich entweder unter einander selbst zusammen (die Ruhe und Vorplätze können als Stufen von grossem horizontalen Umfange betrachtet werden); oder sie werden durch *Spindeln* oder *Wangen* zusammengehalten; bei allen Treppen aber, welche anstatt der Spindeln, Oeffnungen haben, muss ein Geländer aus eisernen Stäben angebracht werden.

2. Um eine Treppe auszuführen, müssen alle zu derselben gehörigen Theile auf dem sogenannten *Reissboden* umständlich aufgezeichnet werden.

Die horizontale Vorstellung, oder der Riss, besteht bei gewöhnlichen Treppen in einer einfachen Zeichnung, in welcher die horizontalen Flächen der Stufen durch Linien angedeutet werden, und wobei zugleich mit die Einsetzung derselben, so wie die sogenannte Stufenlinie bemerkt ist. Sind die Stufen mit Gesimsen versehen, so müssen dieselben ebenfalls durch Linien ausgedrückt werden; welches auch dann beobachtet werden muss, wenn die Bekleidung der Stufen nach einem schrägen Schnitte geschehen ist, welches vorzüglich bei gerundeten und bei schräg laufenden Stufen der Fall ist. Werden Pfosten, Spindeln, Wangen und Einlochungen bei den Treppen angewendet, so müssen sie ebenfalls durch Linien ausgedrückt werden.

In der Praxis kommen Aufrisse sehr selten vor; weshalb sich auch die Risse oft nur auf Fächer und verlängerte Durchschnitte beschränken, nach welchen die Lehrbreter bei der Ausführung der Treppe gefertigt werden.

Bemerkung. Da wir uns aber überzeugt haben, dass die Aufrisse beim Studium des Treppenbaues von grossem Nutzen sind, so rathen wir Anfängern, sich fleissig darauf zu legen. Und um ihnen hierin behülflich zu seyn, so haben wir die Ansichten auf den Rissen der Tab. VI, VII, VIII, X, XIV, XVI, XVIII, XIX, XXI, XXIII, XXV und XXVIII angegeben. Eine solche Zeichnung ist auch weit mehr als das Lehrbret geeignet, dem Bauherrn einen anschaulichen Begriff von der Gestalt de verlangten Treppe zu geben.

3. Bei jeder Stufe kommen drei Arten von Flächen vor; Tab. VII, Fig. 7: 1° die horizontale Fläche a, *a*, *a*, *a*; sie ist jederzeit flach, und wird die Stufenbreite genannt; 2° die verticale b, heisst die Steigung oder die Stufenhöhe; die Linie dieser Stufen ist entweder gerade b, oder ein, oder auswärts geschweift c; nach d, e, ist bloss ein Theil derselben geschweift, an dieser verticalen Seite können Gesimse m, m, m, als Zierrathen angebracht werden (*a*). Die untere Seite f, Fig. 9, welche als Decke (Plafond) dient, kann entweder flach oder schief seyn (Fraizier nennt dieselbe Planohelicoïde).

Die Enden der Stufen werden ebenfalls auch mit besondern Namen bezeichnet. Das Ende q, q, q, welches in die Mauer eingesetzt wird, heisst die äussere Seite (in Frankreich Schwanz genannt); das andere hingegen, welches an der Oeffnung n, n, n, sichtbar

(*a*) Der Demonstrator Crussière behauptet, dass die Steigung jederzeit durch eine Kante mit der Stufenbreite verbunden werden müsse, und dass die Gesimse, welche man im vorigen Jahrhundert als vermeintliche Zierrath daran angebracht habe, eine ganz entgegengesetzte Wirkung hervorbrächten; dass ferner diese Vorstösse die nachtheiligsten Folgen nach sich ziehen könnten, indem sie nicht nur sehr oft das Vorscheiten der hinaufsteigenden Personen plötzlich hinderten, sondern ihnen auch nicht selten einen Fall, oder doch wenigstens einen unangenehmen Anstoss verursachten.

perfection strikes immediately the eye, and becomes particularly visible to those who go down.

The decoration of stair-cases ought to be very simple; the ornaments without any forcing decorations; little, or no-embossed work. The angles are to be softened as much as possible: the stakes and the full spindles are entirely out of use to-day, because they have too strong a ressemblance with the supporters, and because it is far more difficult in employing them, to attain any elegant or agreable form. Statues may be happily placed for ornaments in large stair-cases.

1. Where the stair-case is composed but of steps, (the landing steps, and landing places may be considered as steps containing a greater horizontal surface;) where the steps are supported by *spindles*, or where they are by *a string-board*; but in every kind of stair-cases, constructed with open spindles a *baluster* or support, called flight, composed of rails, is indispensably necessary.

2. The outline of the descriptions, the unfolding and assemblage of the different plans, that preceds the execution of a stair-case, is generally called by the name of (*épure*) *draught* as large as nature. The horizontal description called likewise *plan* or *draught*, is reduced in simple cases to an arched configuration of the horizontal surfaces of the steps, including their sealing together with the line called *circumference* (de *giron*). But when the steps are adorned with mouldings, it is necessary to add their arched fall; and when the laping of the steps is to contain an oblique section, the arched form is likewise to be marked, particularly in the steps made arch-ways and in those called *Winders*. The posts, spindles, string-boards and the *crémaillères* are to be represented there under similar figures, provided, those pieces be introduced into the composition of the stair-case.

The professional men seldom make use of orthographic description, so that the unfolding of the plan is sometimes reduced to pannels or grafted moulds, which are employed to represent the detailed parts of the outlines of the *Etelou*.

Remark. Having acknowledged that the plan of elevation is favourable to the study of the stair-case, we recommend to beginners to exercise themselves thereon; and to render their study more easy we have marked out the elevation of the plans on the plates VI, VII, VIII, X, XIV, XVI, XVIII, XIX, XXI, XXIII, XXV and XXVIII. This draught will prove likewise more favourable than the *etelou* to make the proprietor acquainted with the form of the stair-case he requires.

3. We distinguish at every step three principal surfaces; Pl. VII, Fig. 7: 1° the horizontal a, *a*, *a*, *a*, which is always of a plane surface; it is called *outline* (*giron*): 2° the vertical b, is called *step*. Or *front of a step*, or *height of a step;* the latter which is either a plane surface b, or a curved one called arched on its plan c, when one part only is curved d, e, one says that it is curved on its plan. That same vertical face is likewise susceptible of being adorned with mouldings, called (*cordons*), m, m, m (*a*); 5° The lower surface f, Fig. 9, is called cieling, it may be of a plane and spiral form. (*Fraizier* calls it *Planohelicoïde*.)

The extremities of the steps have likewise received particular names; that which is sealed in the wall q, q, q, is called the dove-tailed part of the step; and that which is apparent in the open spindle n, n, n, or which is not apparent in the full spindle is called

(*a*) The demonstrator *Crussière* says that the step must always be joined to the outline of the step, by an edge and that the mouldings employed in the last age under the pretext of ornaments, produce a contrary effect, that moreover those projections are dangerous, whereas they sometimes stop at once the motion of the foot of the person who goes up, and sometimes make him fall.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4. La projection de chaque marche occupe, dans la description horizontale, une petite portion de sa surface; et cette portion de surface montre une forme déterminée pour chacune : ces variétés de forme, et même celles de positions, sont encore distinguées par des adjectifs. 1° Lorsqu'une série de marches, Pl. I, Fig. 9, 15 et 21, sont disposées rectangulairement à la ligne de giron, on les appelle *Marches droites*; 2° *Marches dansantes*, quand le devant coupe obliquement ladite ligne de giron, même Pl., Fig. 23; 3° dans les plans circulaires, *Marches rayonnantes*, quand la projection du devant tend au centre, Pl. VII, Fig. 1 et 5; 4° *Première marche*, celle qui commence l'escalier au rez-de-chaussée (la première marche doit avoir assez d'étendue pour recevoir la naissance du limon du patin, Fig. 10 et 5, Pl. II; ou de la crémaillère, Fig. 3, même Pl., soit qu'elle soit simple, comme a, Fig. 10, ou jumelle, comme b, Fig. 5, même Pl.); dans tous les cas, elle doit être posée sur un massif qui lui donne une stabilité durable; car c'est un grand défaut de la placer sur des garnis corruptibles; 5° *Marches de repos*, A, Fig. 1, Pl. XIV, celles des paliers de repos; 6° celle d'arrivée à un étage, *Marche palière*, Fig. 16 et 17, Pl. IV; 7° et comme on exécute souvent des escaliers qui n'ont point de limons, les marches en sont dites *Marches contre-profilées*, Fig. 10, Pl. I.

5. La *Longueur d'emmarchement*, ou simplement *emmarchement*, dans le langage pratique, désigne la plus grande dimension de la marche ou sa longueur; cette étendue n'est point susceptible d'une règle générale : diverses considérations influent sur la fixation de cette mesure indéterminée; ce sont la surface plus ou moins grande de la base de l'escalier, et d'autres motifs semblables, qui doivent la déterminer : cependant cette longueur ne peut être moindre de 2 p., qui sont à-peu-près la largeur des passages étroits. Le giron, ou la largeur des marches, doit être assez grande pour recevoir le pied de la personne qui monte ou qui descend : on trouve très-étroites celles qui n'ont que 8° de giron. La hauteur ne devant pas exiger un effort pénible des muscles, 5° $\frac{1}{2}$ ou 6°, seront des dimensions convenables.

Observation. Les marches de grands escaliers ont environ 5° $\frac{1}{2}$ de haut, et 12 à 13° de giron; et l'on dit des escaliers dont les marches sont ainsi proportionnées, qu'ils sont doux; mais il existe des petits escaliers dont les marches ont 7° et même plus de hauteur; et dans ces cas on dit qu'ils sont rudes, parce qu'on monte et qu'on descend avec peine les marches qui ont ces dimensions de hauteur.

6. Le pas ordinaire d'une personne qui marche sur un plan horizontal, est évalué approximativement à 2 p. de longueur; mais quand on monte ou qu'on descend dans un escalier, la quantité dont on monte ou dont on descend, à mesure qu'on avance, rend impossible de faire le pas aussi long que dans le sens horizontal; et l'expérience a même fait connaître que la hauteur des marches diminue plus que proportionnellement la largeur qu'on peut leur donner.

D'après ce principe, pour trouver le giron que doit avoir une marche, il faut retrancher de 2 p. le double de la hauteur de la marche. Si donc g est le giron, et h la hauteur, on aura g = 2 p. — 2 h.

7. On déterminera le nombre de marches que doit contenir un escalier, en divisant la hauteur totale de l'étage, du dessus de la surface du plancher inférieur, au-dessus de la surface du plancher supérieur, par la hauteur que chaque marche doit avoir.

Soit h la hauteur de l'étage, et *h* la hauteur d'une

ist, oder in die Spindel eingelassen wird, heisst in Frankreich der *Hals*.

4. Die einzelnen Stufen werden auf dem Risse nicht nur nach ihrer verschiedenen Gestalt, sondern selbst auch nach ihrer verchiedenen Richtung vorgestellt; welche Verschiedenheit wiederum durch Beiwörter ausgedrückt wird. Wenn nämlich 1° eine Reihe Stufen mit der Stufenlinie rechtwinkelig läuft, oder mit andern Worten gerade aufsteigt, so heissen sie gerade Stufen, Tab. I, Fig. 9, 15 und 21; wenn aber 2° die vordere Seite, die gedachte Stufenlinie schräg durchschneidet, oder wenn mit andern Worten, die Stufen nicht in gerader, sondern in gebogener Linie aufsteigen, so heissen sie schräg laufende Stufen, man sehe auf der gedachten Tabelle I die 23 Fig.; wenn endlich 3°, bei Wendeltreppen, die vordere Seite nach dem Mittelpunkt zu gerichtet ist, so werden sie strahlenförmige Stufen genennt, Tab. VII, Fig. 1 und 5. 4° Die erste Stufe, mit welcher die Treppe im Erdgeschoss anfängt, muss lang und breit genug seyn, damit der Anfang der Wange Fig. 10 und 5, Tab. II, so wie der Tritt, Fig. 3, auf und eingesetzt werden kann, wobei nichts darauf ankommt, ob solche bloss einfach, wie bei a, Fig. 10, oder doppelt wie bei b, Fig. 5, ist. Uebrigens muss sie der grössern Festigkeit wegen, jederzeit auf einem steinernen Fundament ruhen, indem es sehr fehlerhaft seyn würde, wenn man derselben eine hölzerne Unterlage geben wollte. 5° Ruhestufen A, Fig. 1, Tab. XIV, heissen die der Ruheplätze; sowie 6° Vorplatzstufen, Fig. 16 und 17, Tab. IV, die der Vorplätze genannt werden. Und da 7° nicht selten Treppen ohne Wangen errichtet werden, so führen die Stufen derselben den Namen verkröpfter Stufen, Fig. 10, Tab. I.

5. Ueber die Länge der Stufen lassen sich keine allgemeinen Regeln angeben, indem die Bestimmung derselben von besondern und localen Umständen abhängt. Die mehr oder minder grosse Grundfläche der Treppe und andere ähnliche Veranlassungen werden hierbei gewöhnlich zum Masstabe genommen : indessen kann diese Länge nicht unter zwei Fuss betragen, welches Mass die ohngefähre Breite eines schmalen Ganges ausmacht. Was die Breite der Stufen anbelangt, so muss selbige so beschaffen seyn, dass die hinauf oder herabsteigenden Personen den Fuss bequem darauf setzen können. Sehr schmale Stufen sind diejenigen, deren Breite nicht mehr als 8″ beträgt. Was die Höhe anbetrifft, so darf das Hinauf und Herabsteigen keine beschwerliche Anstrengung der Muskeln nöthig machen, weshalb denn 5 $\frac{1}{2}$ bis 6" das gehörige Mass für selbige ist.

Bemerkung. Bei grossen und geräumigen Treppen sind die Stufen gewöhnlich 5 $\frac{1}{2}$″ hoch, und 12 bis 13 breit. Sind selbige nach dieser Proportion erbaut, so werden sie bequeme Treppen genennt. Es gibt aber nicht selten kleine Treppen, deren Stufen bisweilen mehr als 7″ hoch sind, diese werden wegen der Unbequemlichkeit, welche sie beim Hinauf und Herabsteigen verursachen, beschwerliche Treppen genennt.

6. Der gewöhnliche Schritt einer Person, welche auf einer horizontalen Fläche fortschreitet, beträgt ohngefähr zwei Fuss Länge; steigt man aber auf einer Treppe entweder hinauf oder herab, so macht der verticale Raum, den man auf oder abwärts durchschreitet, es unmöglich, den Schritt beim Vorschreiten so lang als auf einer horizontalen Fläche zu machen. Auch hat die Erfahrung selbst gelehrt, dass die Höhe der Stufen, auf die Bestimmung der Breite derselben, einen mehr als verhältnissmässigen Einfluss hat.

Um diesem zufolge die erforderliche Breite zu finden, so zieht man zwei Fuss von der doppelten Höhe der Stufe ab. Wenn also g die Breite, und h die Höhe wäre, so bekommt man g = 2 Fuss — 2 h,

7. Die Anzahl der Stufen aus welchen eine Treppe zusammengesetzt werden soll, bestimmt man dadurch, dass man die Höhe des Stockwerks, und zwar von der obern Seite des untern Gebälkes an, bis zur obern Seite des obern Gebälkes, mit der, einer jeden Stufe zu gebenden Höhe dividirt.

Wenn h die Höhe des Stockwerks, und *h* die Höhe

(*collet*) or the narrowest part of the winding step.

4. The projection of each step fills up, in the horizontal description, a small portion of its surface, and presents a determined form for each; those varieties of form and even those of position are yet distinguished by adjectives. 1° When a series of steps Pl. I, Fig. 9, 15 and 21, are rectangularly disposed to the line of circumference, they are called *strait-steps*; 2° *Winders*, when the fourth part cuts obliquely the said line of the same circumference. Pl. I. Fig. 23; 3° In circular plans, *radius-steps*, when the projection of the fourth part tends to the center, Pl. VII, Fig. 1 and 5; 4° *First-step*, that which begins at the stair-case on the ground floor : (the first step ought to have extent enough to receive the beginning of the string-board of the patten Fig. 10 and 5, Pl. II; or of the (*crémaillère*) Fig. 3, same plate, whether it be simple as a, Fig. 10, or double as b, Fig. 5, Pl. II), in every case, it is to be laid on a basis strong enough to give it a lasting stability; for it is a great fault to lay it on any thing perishable; 5° The *landing steps* A, Fig. 1, Pl. XIV, and those of the landing places; 6° The landing step on a floor, Fig. 16 and 17, Pl. IV; 7° And as stair-cases without string-boards are often constructed, the steps are called counter-profiled steps, Fig. 10, Pl. I.

5. The *length of the step*, or simply *emmarchement*, in professional language, designs the greatest dimension of the step or its length; this extent is not susceptible of any general rule : several considerations influence the absolute determination of this indetermined measure : it is the more or less great surface of the basis of the stair-case, and other like motives that are to determine it : however this length cannot be less than two feet (french measure), which is the usual breadth of narrow passages. The breadth of the steps ought to be large enough to receive the foot of the person who goes up or down; those steps that contain but one eighth of the outline, are considered as very narrow. The height of the step is not to require great muscular exertion, 5° $\frac{1}{2}$ or 6° are proper dimensions.

Observation. The steps of great stair-cases are about 5° $\frac{1}{2}$ in height and 12° to 13° of the outline; and those stair-cases, the steps of which are thus proportioned, are said to be of an easy ascent; but there are some little stair-cases the steps of which are 7 inches high, and those are said to be of a very difficult ascent, because it is not an easy matter to go up or down steps of such a dimension.

6. The ordinary step of a person who walks on an horizontal surface is nearly valued at 2 feet in length; but when we go up or down a stair-case, it is impossible to make a step as on a horizontal surface; and experience shows us that the height of the steps is almost diminished in proportion to the breadth we give them.

From this principle, in order to discover the outline that is to be given to a step, we must deduct two feet from the double of the height of each step. If then g is the outline, and h the height we will have g = 2 feet — 2 h.

7. You will determine the number of steps to be contained in a stair-case, by dividing the height total of the story, from the upper part of the surface of the lower floor, to the upper part of the surface of the upper floor, by the height each step is to have.

Let h be the height of the story, and *h* the height

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marche, on aura $\frac{h}{h} = n$, nombre de marches. S'il s'agissait de trouver la hauteur d'une marche, d'après leur nombre, on aurait $h = \frac{h}{n}$.

Exemples. La hauteur de l'étage est 8 p. 8° 10^l, et celle d'une marche 6° 2^l; on aura $\frac{8\text{ p. }8°\,10^l}{6°\,2^l}$ ou $\frac{1258^l}{74^l} = 17$ marches.

La hauteur de l'étage est 11 p. 2° 9^l: on veut que l'escalier ait 21 marches; on aura pour la hauteur de chacune des marches $\frac{11\text{ p. }2°\,9^l}{21}$ ou $\frac{1617\text{ lig.}}{3} = 77^l = 6°\,5^l$.

Combinaison des marches dans les diverses formes des bases des escaliers.

8. On nomme dans la description horizontale, *Ligne de giron*, la projection d'une ligne qu'on suppose tangente à l'arête supérieure des marches, et placée presque toujours dans le milieu de leur longueur, non compris cependant la partie qui entre dans le scellement, ni celle des tenons, quand elles sont avec assemblage. Nous avons dit *presque toujours dans le milieu*, parce qu'on modifie un peu différemment la ligne de giron aux angles rectilignes des quartiers tournants, lorsque ceux-ci contiennent des marches, Fig. 1, Pl. III. Dans ce cas, on raccorde la fin de la partie précédente de la ligne de giron, avec le commencement de la partie suivante, par un quart de cercle, ou une autre courbe analogue à l'angle du quartier tournant, de sorte qu'il y ait continuité dans la totalité de la ligne de giron; et cela, parce qu'en montant ou en descendant ces marches, on tourne graduellement et sans s'arrêter. On a coutume, dans la pratique, de diviser en parties égales la projection horizontale de la ligne de giron; et c'est une de ces divisions qui forme la largeur de la surface dite *giron des marches* (*a*).

9. A toutes les sortes d'escaliers, la largeur de la surface supérieure des marches est la même dans le milieu de leur longueur, puisque c'est sur la ligne de giron qu'on en fait le compartiment: quand on retrouve cette largeur au collet ce ne peut donc être qu'aux marches droites, car aux marches rayonnantes ou dansantes des escaliers qui ont des noyaux pleins ou des noyaux à jour, la largeur des collets diffère de celle de la ligne de giron.

10. La combinaison en progression arithmétique devra, dans beaucoup de cas, avoir la préférence, pour marquer dans la description horizontale les collets des marches dansantes. Cette combinaison donnera toujours à la projection verticale qui toucherait les arêtes, que, dans la pratique, on appelle *Tangente au cordon*, une inflexion suivie et exempte des angles nommés par les praticiens *Jarrets*: et il est d'usage que cette tangente règle l'obliquité de la bordure du bout des marches, soit que cette bordure ne contienne qu'une simple arête de plafond, ou qu'elle soit un limon lisse ou orné.

11. I^{re} Application. Déterminer dans un quartier tournant, Fig. 1, Pl. III, les collets d'un palier de repos et des marches attenantes ainsi que les cintres de raccordements dits *adoucis en plan*.

Soit la description horizontale d'un quartier tournant, où les lignes A B, B C, indiquent les parements des murs qui reçoivent le scellement d'un palier de repos et les scellements des queues des marches attenantes audit palier.

Soit aussi l'angle rentrant D, E, F, qu'il faut raccorder par un quart de cercle, pour éviter la difformité des ressauts, et agrandir le collet de la marche palière sans perdre de place.

Pour cela, après avoir déterminé par quel nom-

(*a*) Il est très-peu de cas où le praticien doive s'écarter de cette règle, principalement dans les petits escaliers; mais on conçoit qu'elle n'est point applicable aux paliers.

einer Stufe ist, so erhält man $\frac{h}{h} = n$, als Anzahl der Stufen. Käme es darauf an, die Höhe einer Stufe aus ihrer Anzahl zu finden, so erhielte man $h = \frac{h}{n}$.

Exempel. Die Höhe des Stockwerks beträgt 8 Fuss, 8″, 10‴, und die Höhe einer Stufe 6″, 2‴, so erhält man $\frac{8'\,8''\,10'''}{6''\,2'''}$ oder $\frac{1258\text{ Lin.}}{74\text{ Lin.}} = 17$ Stufen.

Die Höhe des Stockwerks beträgt 11 Fuss 2″ 9‴ die Treppe soll aus 21 Stufen bestehen; diesem zufolge bekommt man für jede Stufe $\frac{11\text{ Fuss }2''\,9'''}{21}$ oder $\frac{1617\text{ Lin.}}{3} = 77$ Lin. $= 6'\,5'''$ Höhe.

Combination der Stufen bei verschiedentlich gestalteten Treppen.

8. Stufenlinie heisst auf der horizontalen Zeichnung diejenige Linie, welche von der obern Kante der Stufen ausgeht und fast jederzeit mitten auf der Länge derselben gedacht wird; wobei jedoch der in die Spindel und Wangen eingesetzte Theil, sowohl als die Zapfen, wenn solche mit Versatzungen versehen sind, nicht mit inbegriffen ist; wir sagten: *fast jederzeit mitten auf der Länge der Stufen*, und zwar um deswillen, weil wenn die Stufen gebogen gehen, die Stufenlinie bei den geradelinigen Winkeln der Biegungen einige Modificationen erleidet, Tab. III, Fig. 1. In diesem Falle wird das nächste Ende der Stufenlinie mit dem darauf folgenden, durch den vierten Theil eines Zirkels oder andern, mit dem Winkel der Biegung analogen Bogen verbunden; wodurch nun die Stufenlinie in ihrer ganzen Länge ununterbrochen fortläuft; und zwar um deswillen, weil man beim Hinauf oder Herabsteigen sich auf diesen Stufen verhältnissmässig, und ohne Unterbrechung wendet, und vorwärts schreitet. In der Praxis pflegt man die horizontale Zeichnung der Stufenlinie in gleiche Theile zu theilen von denen einer die Breite der Stufen beschreibt (*a*).

9. Bei allen Arten von Treppen geht die Breite der Stufen von dem Mittelpunkte ihrer Länge aus, indem das Mass derselben von der Stufenlinie genommen wird: und wenn diese Breite bei demjenigen Ende welches der Hals der Stufe genannt wird, dieselbe ist, so kann dieses bloss bei geraden Stufen der Fall seyn, denn bei strahlenförmigen oder schräg laufenden Stufen ist auf Treppen mit vollen Spindeln oder Oeffnungen, die Breite dieser Enden von der Breite der Stufenlinie verschieden.

10. Will man auf der horizontalen Zeichnung den Hals der schräg gehenden Stufen angeben, so ist es in vielen Fällen rathsamer, sich bei der Combination der arithmetischen Progression zu bedienen. Durch eine solche Combination erhält jederzeit die verticale Linie, wenn sie die Kanten an der Stufenhöhe, oder den sogenannten Tangent oder das Gesimse berührt, keine durch Ecken unterbrochene, sondern eine fortlaufende Biegung; auch pflegt dieser Tangent die schräg gehende Einfassung an dem Ende der Stufen zu bestimmen, es sey nun dass diese Einfassung in nichts weiter als in einer blossen Kante, oder in einer einfachen, oder mit Zierrathen versehenen Wange besteht.

11. Erste Anwendung. Bestimmung, sowohl des Halses an einem Ruheplatze und an den, an denselben angrenzenden Stufen, und zwar an dem Theile der Treppe, wo nach Tab. III, Fig. 1, dieselbe gebrochen ist, als auch des Ausgleichungs-Bogens.

Der Gegenstand sey die horizontale Vorstellung einer Treppenbiegung, auf welcher die Linien AB, BC, die Seiten der Mauer bezeichnen, in welche ein Ruheplatz, und die Enden der, an diesen Ruheplatz angränzenden Stufen eingesetzt werden.

Ferner sey D, E, F, der eingehende Winkel, welcher durch das Viertel eines Zirkels ausgeglichen werden soll, und zwar deshalb, damit sowohl das widerwärtige Ansehn der Vorstösse verminden, als auch der Hals der Ruheplatzstufe ohne Platzverlust vergrössert werde.

Hat man nun die Anzahl der Stufen bestimmt,

(*a*) Es giebt sehr wenig Fälle, wo ein Baumeister diese Regel unbeachtet lassen darf, und am allerwenigsten bei kleinen Treppen. Es versteht sich jedoch von selbst, dass bei Ruheplätzen die Anwendung derselben nicht Statt haben kann.

of the step. We shall then have $\frac{h}{h} = n$, number of the steps. If there was question of finding the height of a step from their number, we would have $h = \frac{h}{n}$.

Examples. The height of the story is 8 f. 8°. 10^l, and that of a step 6° 2^l, we will have $\frac{8\text{f. }8°\,10^l}{6°\,2^l}$ or $\frac{1258^l}{74^l} = 17$ steps.

The height of the story is 11 f. 2° 9^l, it is required that stair-case be formed of 21 steps; you will have for the height of each of the steps $\frac{11\text{f. }2°\,9^l}{21}$ or $\frac{16\ 7^l}{2} = 77^l = 6°\,5^l$.

Combination of the steps in the different forms of the basis of stair-cases.

8. We call in the horizontal description, *line of circumference*, the projection of a line supposed to form a tangent with the superior stay of the steps, and almost placed in the middle of their length, without however including the part that enters into the sealing, nor that of the tenons, when they are without assemblage. We have said, *almost ever in the middle*, because the line of circumference undergoes different modifications with the rectiline angles of the turning quarters, when those contain the steps Fig. 1, Pl. III. In this case we adapt the extremity of the preceding part of the line of circumference to the beginning of the following part by a fourth part of a circle or another curve analogous to the angle of the turning quarter; so that there may be continuity in the totality of the line of circumference; because in going up or down those steps, you turn by degrees and without stoping. It is usual in practise to divide into equal parts the horizontal projection of the line of circumference; and it is one of those divisions that forms the breadth of the surface, called the outline of the step (*a*).

9. In all sorts of stair-cases, the breadth of the superior surface of the steps is the same in the middle of their length, because it is on the line of circumference the compartment has been established: when this breadth is found in the narrow winding steps, it can then be but in the strait-steps, for in the winding ones of the stair-cases that have full or open spindles, the breadth of the narrow winding steps differs from that of the line of circumference.

10. The progressive arithmetical combination is, in many cases, to be prefered, in order to mark in the horizontal description the turns of the winding-steps. This combination will always give to the vertical projection, that may touch the stays, called in practical language, *tangent*, a followed inflection, and free from angles called by professional men *unevennesses*: and it is customary that this *tangent* regulates the obliquity of the edging of the step, whether this edging contains a simple cieling-stay or whether it be an uniform or ornamented string-board.

11. I Application. To determine in a turning quarter, Fig. 1, Pl. III, the winding-steps of a landing place and of the next steps as well as the arches of levellings, called, curved on their plans.

Be given the horizontal description of a turning quarter, where the lines AB, BC, indicate the facings of the walls that receive the sealing place, and that of the extremities of the steps joining the said landing place.

Be given too the re-entering angle D, E, F, which must be levelled by a fourth part of a circle to avoid the difformity of ressaults and give a greater surface of the winding of the landing-step without losing any room.

After having determined by what number of steps

(*a*) There are very few cases in which it is permitted to deviate from this rule, above all in little stair-cases; but you conceive it is not applicable to landing places.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bre de marches vous voulez faire le radouci, prenez de part et d'autre la moitié de ce nombre de marches, et $\frac{1}{2}$ de plus ; et par ces points, menez deux perpendiculaires G J, J I, aux limons qui forment l'angle : leur point de rencontre J, sera le centre du quart de cercle de raccord. Divisez ce quart de cercle en un nombre de parties égales, double de celui des marches qu'il doit contenir, et prenez pour largeur des collets les espaces compris entre les impaires 1, 3, 5, 7, etc., de ces divisions.

Si le nombre des marches qui aboutissent au quart de cercle, était considérable, il serait bon de faire cette division en progression arithmétique, comme dans l'application qui va suivre celle-ci.

Les largeurs des collets des marches dansantes ayant été ainsi fixées aux points a b, on a tracé la droite rayonnante J b, prolongée au point e ; la longueur b e a été reportée de e en f : la droite f g a été faite perpendiculairement sur e f, et la tangente b g aussi perpendiculairement sur e b : le point g est le centre de l'arc de raccordement b f. En procédant de même, on a obtenu le point j, centre de l'arc de raccordement a h i.

12. IIe. Application. La Fig. 2, Pl. III, est une projection horizontale d'une partie de limon d'escalier A B ou une retombée de marches contre-profilées, dont partie droite et partie courbe ; ladite rectifiée graphiquement Fig. 3, et compartie en progression arithmétique Fig. 4.

Sur une droite indéfinie D E, Fig. 3, on a porté la longueur de la partie droite A H de D en g ; et de g en E, la longueur de l'arc d f, rectifié en le réduisant en un grand nombre de parties égales. La longueur totale D E a été divisée en dix parties égales aux points h i j k, etc., nombre des demi-collets, compris le plus large f a, qui a lieu à la dernière des marches quarrées, et le plus étroit, e f, qui doit avoir lieu de part et d'autre de la diagonale du quartier tournant. Dix perpendiculaires également espacées, ont été élevées sur la droite F G, Fig. 4. Le demi-collet, f a, a été porté sur F r, l'une des perpendiculaires extrêmes, et il a aussi été présenté sur la ligne H m, et a donné le point n' : le reste, n i, des deux premières divisions, est le demi-collet le plus étroit de la série que l'on cherche, et a été porté de G en a, sur l'autre perpendiculaire extrême. L'oblique r a, a donné les points s t u v, etc., qui fixent la grandeur des demi-collets intermédiaires. (Roubo.)

Ainsi, en ajoutant ces demi-collets 2 à 2, *b* s avec *c* t, *c* u avec *g* v, etc., et doublant le dernier, G a, on a eu les cinq collets décroissants en progression arithmétique a b, b c, c d, d e, e *x*. Fig. 2.

La Fig. 5 est le développement de la tangente aux collets des marches. On a rectifié cette tangente en établissant des parallèles également espacées, 2 *l*, 3 *m*, 4 *o*, etc., qui représentent les hauteurs égales des marches, et les coupant perpendiculairement par d'autres parallèles, 3 *l*, 4 *m*, 5 *o*, espacées entre elles d'intervalles différents qui représentent les diverses largeurs des collets pris dans la description horizontale a b, b c, c d, etc., et faisant passer une ligne par tous les angles, 2, 3, 4, 5, 6, 7, etc.

On voit par cette figure que la ligne de développement est droite, tant que les collets sont égaux entre eux, comme de 2 à 4 ; qu'elle devient concave quand les collets vont en diminuant, comme 5 à 8 ; et qu'elle a un point d'inflexion, et devient convexe, comme de 9 à 11, quand les collets augmentent en largeur après avoir d'abord diminué.

13. Pour déterminer en nombres l'étendue des collets que l'on veut faire décroître en progression arithmétique, après avoir mesuré d'une part la moi-

vermittelst welcher die Ausgleichung geschehen soll, so nehme man von beiden Seiten die Hälfte dieser Stufenzahl, und noch eine Hälfte mehr, und ziehe von diesen Punkten zwei Perpendicular-Linien G J, J I, bis zu den Wangen, welche den Winkel bilden : der Punkt J, wo sie sich berühren, wird der Mittelpunkt von dem Viertel des Ausgleichungszirkel seyn. Man theilt sodann dieses Zirkelviertel in eine Anzahl gleicher Theile, welche das doppelte der zu beabsichtigenden Stufenzahl betragen, und nehme zur Breite der Hälse denjenigen Raum, welcher zwischen den ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, u. s. w. jener Theilungen begriffen ist.

Wäre die Anzahl der an das Zirkel-Viertel anstossenden Stufen beträchtlich, so ist es rathsam, diese Theilung nach arithmetischer Progression, und auf ähnliche Weise wie bei nächstfolgender Application zu machen.

Ist nun die Halsbreite an den schräg gehenden, oder abgerundeten Stufen durch die Punkte a b, festgesetzt worden, so zieht man die strahlenförmige gerade Linie J b, bis zum Punkte e ; führt die Länge b e von e auf f zurück, und zieht die gerade Linie f g, perpendiculär auf e f, so wie den Tangent b g ebenfalls perpendiculär auf e b : der Punkt g, ist der Mittelpunkt von dem Ausgleichungsbogen b f. Fährt man auf dieselbe Weise fort, so erhält man den Punkt j, als Mittelpunkt des Ausgleichungsbogens a h i.

12. Zweite Application. Die 2 Fig. auf der III Tab. ist eine horizontale Vorstellung von einem Theile einer Treppenwange A B, oder eine Reihe von verkröpften Stufen, welche theils gerade, theils schräg gehen. Diese Vorstellung ist in der 3 Fig. bildlich, und in der 4 Fig. nach arithmetischer Progression ausgeführt.

Auf einer unbestimmten geraden Linie D E, Fig. 3, ist die Länge des geraden Theils A H, aus D nach g, und die Länge des Bogens d f aus g nach E gezogen worden ; dieser letzte ist zu einer grosen Anzahl gleicher Theile reducirt, und dadurch in eine gerade Linie verwandelt worden. Die Gesammtlänge D E ist bei den Punkten h i j k etc. in zehn gleiche Theile getheilt worden ; sie machen die Anzahl der halben Hälse aus, und enthalten zugleich mit den breitesten f a, an der letzten viereckigen Stufe, so wie den schmälsten e f, zu beiden Seiten der Diagonallinie, an dem gebogen gehenden Theile der Treppe. Auf der geraden Linie F G, Fig. 4 sind zehn gleichweit von einander abstehende Perpendicular-Linien aufgerichtet. Der halbe Hals f a, ist auf F r, eine der äusersten Perpendicular-Linien geführt worden ; derselbe befindet sich auch auf der Linie H m, woselbst er mit dem Punkte n' bezeichnet ist. Der Rest n i, der zwei ersten Abtheilungen, ist der schmälste halbe Hals in der gesuchten Reihe, und ist von G nach a, auf der andern äussersten Perpendicular-Linie gebracht worden. Die schräge Linie r a, hat die Punkte s t u v etc. gegeben ; diese letztern bestimmen die Grösse der halben Zwischenhälse (Roubo.)

Wenn man nun diese halben Hälse je 2 und 2, *b* s zu *c* t, und *e* u zu *g* v etc. hinzufügt, und den lezten G *a*, verdoppelt, so erhält man die fünf Hälse, deren Grösse in der arithmetischen Progression a b, b c, c d, d e, e *x*, abnimmt. Fig. 2.

Die 5 Fig. stellt den umständlich ausgeführten Tangenten an den Stufenhälsen vor. Dieser Tangent ist durch gleichweit von einander abstehende Parallellinien 2 *l*, 3 *m* 4 *o*, etc. welche die gleichförmige Höhe der Stufen bezeichnen, aufgetragen worden. Diese letztere wird durch andere ungleich breite Parallellinien 3 *l*, 4 *m*, 5 *o*, perpendicular durchschnitten ; sie bezeichnen die verschiedene Breite der Hälse in der horizontalen Vorstellung a b, b c, c d, etc., wobei zugleich eine Linie durch die sämmtlichen Winkel 2, 3, 4, 5, 6, 7, etc., hindurchgeführt ist.

Wir sehen aus dieser Figur, dass die Linie wodurch der gedachte Tangent ausgeführt worden ist, so lange gerade läuft, als die Hälse gleich breit sind, wie z. B. von 2 zu 4 ; dass sie aber concav wird, wenn die Breite der Hälse von 5 zu 8 abnimmt, und dass sie endlich einen Inflexions oder Einbiegungspunkt bekommt, und convex wird, wenn von 9 zu 11 die Breite der Hälse wieder zunimmt.

13. Will man den Umfang der Hälse, welche in arithmetischer Progression verringert werden sollen, durch Zahlen bestimmen, so misst man zuförderst

you wish to make this gentle winding ; take on either side the half of this number of steps, and a $\frac{1}{2}$ more ; and through those points draw two lines G J, J I, perpendicular to the string-boards that form the angle ; their meeting point J, will be the center of the fourth part of the circle of levelling. Divide this fourth part of a circle into a number of equal parts, double of the steps it is to contain, and take for length the uneven winding steps 1, 3, 5, 7, etc. of those divisions.

If the number of the steps that terminate at the fourth part of the circle be considerable, it will be necessary to make this division in an arithmetical progression as in the following application.

The breadth of the winding steps being thus determined at the points a b, we have drawn the strait radius step J b, prolonged to the point e ; the length b e has been carried back from e to f, the strait line f g has been made perpendicularly on e f, and the tangent b g, likewise perpendicularly on e b ; the point g is the center of the arch b f. In proceeding in the same manner, we have obtained the point j center of the arch a h i.

12. II Application. Fig. 2. Pl. III, is a horizontal projection of a part of the string-board of the staircase A B, or a fall of counter profiled steps, a part of which is strait, and a part curve, the said, graphically rectified Fig. 3, and divided into arithmetical progression Fig. 4.

On an indefinite strait line D E Fig. 3, we have carried the length of the strait part A H from D to g ; and from g to E, the length of the arch d f, rectified by reducing it into great numbers of equal parts. The entire length D E has been divided into ten equal parts at the points h i j k, etc. The number of the half winding steps included the largest f a, which takes place at the last of the square steps, and the narrowest, e f, which is to take place on either side of the diagonal of the turning quarter. Ten perpendicular lines equally separated have been raised on the strait line F G. Fig. 4, The half winding step, f a, has been carried on F r, one of the extreme perpendicular lines, and it has likewise been presented on the line H m, and has given the point n' : the remainder, n i, of the two first divisions is the narrowest half winding step of the series looked for, and has been carried from G to a, on the other extreme perpendicular line, the oblique r a, has given the points s t u v, etc., that fix the size of intermediary half winding steps. (Roubo.)

Thus in adding those half winding steps two by two *b* s to *c* t, *e* u to *g* v, etc., and doubling the last G a, we have had the five winding steps decreasing in an arithmetical progression a b, b c, c d, d e, e *x*. Fig. 2.

The Fig. 5, is the unfolding of the tangent with the winding steps, we have rectified this tangent by establishing parallel lines equally separated, 2 *l*, 3 *m*, 4 *o*, etc., that represent the equal height of steps and cutting them perpendicularly by other parallel lines, 3 *l*, 4 *m*, 5 *o*, separated one from the other by different intervals that represent the different breadths of the winding steps, taken in the horizontal description a b, b c, c d, etc., and passing a line through every angle 2, 3, 4, 5, 6, 7, etc.

We see by this figure that the line of unfolding is a strait one, as long as the winding steps are equal one with the other, as from 2 to 4 ; that it becomes concave when the winding steps go on diminushing from 5 to 8 ; that it has a point of inflection and becomes convexe as from 9 to 11 when the winding steps increase in breadth after having first diminished.

13. To determine in numbers the extent of the winding steps, we propose to diminish in arithmetical progression, after having measured on one side

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tié du $\frac{1}{4}$ de cercle de raccord, et de l'autre, la partie droite du limon depuis l'origine du $\frac{1}{4}$ de cercle jusqu'au milieu de la marche qui précède la première de celles qui doivent être dansantes, et avoir partagé la somme de ces deux longueurs en autant de parties que les deux longueurs contiennent de demi-marches; du double de ce quotient, soustrayez la valeur du giron d'une demi-marche quarrée, qui est le plus grand terme de la série cherchée, et vous aurez pour reste le plus petit terme de cette série; divisez leur différence par le nombre des termes intermédiaires augmenté de 1, et vous aurez la raison de la série, qui, successivement soustraite du plus grand terme, ou ajoutée au plus petit, vous donnera tous les intermédiaires.

Soit une partie droite de limon contenant six demi-marches quarrées chacune de

5°, 10^l = 7^0 10^l 6 = 42^0 10^l

Longueur rectifiée du $\frac{1}{8}$ de cercle de raccord dont r = $\frac{1}{7}$ de giron, contenant 4 demi-marches. 157,2549

557,2549 | 10^l

longueur égale de chacun des dix demi-collets compris dans cette partie. 55,72549

Longueur d'un collet entier, les supposant tous égaux. 111,45098

Longueur d'un $\frac{1}{2}$ collet de marche quarrée 5°10^l 7^0

Longueur du plus petit demi-collet. 41,45098

Différence du plus grand $\frac{1}{2}$ collet de la série au plus petit. . . . 28,54902 | 9

1 5
64
19
10
12

Raison qui doit régner dans la progression arithmétique des $\frac{1}{2}$ collets. . . . . 5^{l}17211

	$\frac{1}{2}$ collets	Collets.
Marches quarrées	7^0 00	140^l 00
Marches dansantes.	66, 85 } 65, 66 }	130, 49
	60, 49 } 57, 51 }	117, 80
	54, 14 } 50, 97 }	105, 11
	47, 79 } 44, 62 }	92, 41
Marche Diagonale.	41, 45	82, 90

14. La hauteur de passage dans la totalité de l'escalier, est une condition rigoureusement nécessaire; elle ne tolère aucune modification; on doit donner à cette hauteur dite *Echappée* environ 6 pieds.

Quand on est debout sur la première marche, on se trouve sous celle qui commence une deuxième révolution; mais le plafond, qui va obliquement de la marche précédente à celle sous laquelle on est, ne laisse de libre pour l'échappée, que la somme des hauteurs de marches, formant une révolution, moins une de ces hauteurs et l'épaisseur du plafond.

Soit h la hauteur d'une marche, n le nombre de marches qui composent une révolution entière de l'escalier, e l'épaisseur du plafond, et h la hauteur totale de l'étage; l'échappée sera e = h, × (n − 1) − e = h − h − e.

Observation. On établit assez communément, principalement dans les maisons de commerce, des petits escaliers qui ne contiennent qu'une hauteur d'étage; dans ces sortes de projets, il est souvent des cas où n'ayant pas la faculté d'établir, dans un plancher ancien, une ouverture de dimension ou de forme convenable, par rapport à la composition dudit plancher, ou par rapport à d'autres causes, on

die Hälfte des Ausgleichungs-Zirkel-Viertels, so wie den geraden Theil der Wange, und zwar vom Anfange des Zirkel-Viertels, bis zur Mitte derjenigen Stufe, welche der ersten schräg gehenden vorhergeht; man theilt sodann die Summe dieser zwei Längen in so viele Theile als halbe Stufen in den zwei Längen enthalten sind, und zieht nun vom doppelten dieses Quotienten den Werth der Breite von einer viereckigen halben Stufe, welches das gröste Glied der gesuchten Reihe ist, ab; aus dem Reste ergiebt sich das kleinste Glied dieser Reihe. Dividirt man den Unterschied derselben mit der um 1 vermehrten Zahl der Zwischenglieder, so erhält man das Verhältniss de Reihe, und wird dieses nach und nach von dem grösten Gliede abgezogen, oder zum kleinsten hinzugefügt, so bekommt man daraus alle Zwischen-Glieder.

Man nehme an ein gerades Wangenstück von sechs viereckigen halben Stufen, jede zu

5″ 10^l = 7^0 10^l × 6 = 42^0 10^l

rectificirte Länge des $\frac{1}{8}$ vom Ausgleichungszirkel, wovon r = $\frac{1}{7}$ Breite, enthaltend 4 halbe Stufen. 157,2549

557,2549 | 10^l

gleichförmige Länge eines jeden von den zehn an diesem Theile befindlichen halben Hälsen. . 55,72549

Länge eines ganzen Halses, angenommen dass alle gleichförmig sind. 111,45098

halbe Halslänge einer viereckigen Stufe, 5″ 10^l 7^0

Länge des kleinsten halben Halses. 41,45098

Unterschied des grösten halben Halses in der Reihe, zum kleinsten 28,54902 | 9

1 5
64
19
10
12

Verhältniss welches bei der arithmetischen Progression der halben Hälse Statt haben wird. . . 5^{l}17211

	$\frac{1}{2}$ Hälse	Hälse
Viereckige Stufen.	7^0 00	140^l 00
Schräg gehende Stufen.	66, 85 } 65, 66 }	130, 49
	60, 49 } 57, 51 }	117, 80
	54, 14 } 50, 97 }	105, 11
	47, 79 } 44, 62 }	92, 41
Diagonal-Stufe	41, 45	82, 90

14. Ein wesentliches und ganz unerlässliches Erforderniss bei den Treppen ist die gehörige Höhe des Treppenraums, welche ohngefähr 6 Fuss betragen soll.

Steht man auf der ersten Stufe, so befindet man sich genau unter derjenigen, mit welcher eine zweite Windung beginnt. Die Treppendecke aber welche von der vorhergehenden Stufe an, bis zu der, unter welcher wir stehen, schief geht, lässt zur Höhe nicht mehr offen als die Summen der Stufenhöhen, aus welchen eine Windung zusammengesetzt ist, und wovon eine von diesen Höhen, und die Dicke der Treppendecke abgezogen wird.

Die Höhe einer Stufe sey h, die Zahl der Stufen, aus welchen eine ganze Treppenwindung zusammengesetzt ist, n, die Dicke der Treppendecke e, und die Höhe des ganzen Stockwerks h, so wird die Höhe der Treppe seyn e = h × (n − 1) − e = h − h − e.

Bemerkung. Sehr oft werden, vorzüglich in Handlungshäusern, kleine Treppen errichtet, deren Höhe nicht mehr als ein Stockwerk beträgt. Hierbei ereignet sich nicht selten der Fall, dass sich, wegen der Zusammensetzung des bereits bestehenden Gebälkes, oder aus andern Ursachen, eine gehörige breite Oeffnung nicht anlegen lässt, und folglich der Höhe der Treppe schwer zu beseitigende Hindernisse im Wege

the half of the $\frac{1}{4}$ of the circle to the middle of the step that precedes the first of those that are to be winders, and having divided the sum of these two lengths into as many parts as the two lengths contain half steps; from the double of this quotient, substract the value of the circumference of a half square-step which is the greatest term of the series looked for, and you will have for remainder the smallest term of the series; divide their difference by the number of the intermediary terms augmenting by 1 and you will have the ratio of the series, which, successively substracted from the greatest term, or added to the smallest one, will give all the intermediary terms.

Be given a strait part of the string-board containing six half square-steps, each of

5°, 10^l = 7^0 10^l × 6 = 42^0 10^l

Rectified length of $\frac{1}{7}$ of the levelling circle, r = $\frac{1}{4}$ of the circumference containing 4 half steps. 157,2549

557,2549 | 10^l

Equal length of each of the half winding steps included in this part. . 55,72549

Length of an entire winding step, supposing them all equal. 111,45098

Length of a half-winding-square step 5 inch. 10^l. . . . . 7^0

Length of the smallest half winder 41,45098

Difference between the largest half winder of the series and the smallest. . . . . 28,54902 | 9

1 5
64
19
10
12

Ratio to be rigorously observed in the arithmetical progression of half-winders. . . . . 5^{l}17211

	$\frac{1}{2}$ winders	Winders.
Square-steps	7^0 00	140^l 00
Winding steps.	66, 85 } 65, 66 }	130, 49
	60, 49 } 57, 51 }	117, 80
	54, 14 } 50, 97 }	105, 11
	47, 79 } 44, 62 }	92, 41
Diagonal-step.	41, 45	82, 90

14. The height of the passage in the totality of the stair-case, is a condition indispensably necessary; it suffers no modifications: we are to give to this height called *rounding off* about six feet.

When we stand on the first step, we find ourselves under that which begins a second revolution; but the cieling that goes obliquely from the preceding step to that under which we stand, affords for the rounding off but the sum of the height of the steps forming a revolution, less one of those heights and the thickness of the cieling.

Be h the height of a step, n the number of steps that compose an entire revolution of the stair-case, e the thickness of the cieling, and h the entire height of the story, the rounding off will be, e = h × (n−1) − e = h − h − e.

Observation. We commonly establish, above all in commercial houses, little stair-cases that contain but the height of the story; in those sorts of plans there are often cases wherein unable to establish in an ancient floor an opening of dimension or convenient form, relatively to the composition of the said floor, or relatively to other causes; we meet with many obstacles for the rounding off; the execution

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rencontre des obstacles difficiles pour l'échappée ; alors, si aucune combinaison de marches ne l'a fait obtenir, l'exécution est impossible.

15. La longueur des marches, leur largeur et leur nombre étant connus, on trouvera facilement la surface que doit occuper la base de l'escalier, en y comprenant encore les paliers et autres accessoires qui doivent le composer.

Soit l la longueur d'une marche, g la largeur, et n leur nombre, on aura $l \times g = s^2 \times n = s^2 \frac{n}{n}$. Par exemple, si le nombre des marches est 17; si chacune a 28° de longueur, et 9° 6′ de largeur ou giron, on aura $28^\circ \times 9^\circ 6' = 266^{\square\circ}$; et $266^{\square\circ} \times 17 = 4522^\circ = \frac{4522^\circ}{144} = 31 \text{ p. } \frac{29}{72}$

16. Il serait fort gênant de monter et descendre un escalier dont les marches auraient moins de 2 p. de longueur, et moins de 8° de largeur ou de giron; en sorte que la surface de chaque marche, s^1, doit être au moins $8^\circ \times 24^\circ = 192^{\square\circ}$; et qu'en divisant la surface de la base de l'escalier, s^2, par 192°, on pourra déterminer le nombre de marches que l'on peut placer dans une révolution, $n = \frac{s^2}{8^\circ \times 24}$: si le nombre des marches était connu, on trouverait la surface de chacune, en divisant la surface de la base par ce nombre, $s^1 = \frac{s^2}{n}$.

17. Il est évident que l'on trouverait aussi le nombre des marches qu'on peut mettre à former une révolution, en divisant la ligne de giron par 8°, puisque chaque marche doit avoir au moins 8° de giron, $n = \frac{g}{8^\circ}$; et si le nombre des marches était déjà déterminé, on trouverait le giron de chacune, en divisant la ligne de giron par ce nombre, $g = \frac{s}{n}$.

18. Si l'on réunit toutes les conditions préliminaires qui précèdent, en se rappelant qu'on y a représenté par h la hauteur totale de l'étage; h, la hauteur de chaque marche; g, la totalité de la ligne de giron; g, le giron de chaque marche; n, le nombre de marches d'un étage; n, le nombre de marches d'une révolution; s^2, la surface de la base de l'escalier; s^1, la surface de chaque marche; e, l'échappée du passage; e, l'épaisseur du plafond : on pourra en déduire une formule pour reconnaître la possibilité ou l'impossibilité d'exécuter un escalier proposé.

En effet, 1° $e = h - h - e$, et ne peut être moindre de 6 p. (15);

2° $g = 24^\circ - 2h$, et ne peut être moindre de 8° (5);

3° $n = \frac{s^2}{8 \times 24}$ (15) et $= \frac{g}{8^\circ}$ (16) et encore $\frac{h}{6^\circ}$ (6).

Or (6) $h = \frac{h}{n}$: donc $h = \frac{h}{\frac{s^2}{8 \times 24}}$ ou $\frac{h}{g}$; c'est à-dire $h = \frac{8h}{\frac{1}{24} s^2}$ ou $\frac{8h}{g}$ et ne doit pas surpasser 6°.

Ainsi, pour reconnaître si un escalier proposé est possible ou non, divisez la base par 24, et comparez le résultat à la ligne de giron : vous prendrez le plus petit de ces deux nombres pour diviseur; et pour dividende, huit fois la hauteur de l'étage. Pour que l'escalier soit possible, il faut; 1° que ce résultat étant retranché de la hauteur, ainsi que l'épaisseur du plafond, il reste 6 pieds, ou à très-peu de chose près; 2° que ce quotient soit 6 pouces ou très-peu de plus; 3° que le double du résultat étant retranché de 24°, approche du giron d'une marche; 4° que le $\frac{1}{6}$ de la hauteur ne surpasse pas le $\frac{1}{8}$ de la ligne de giron, ni le $\frac{1}{192}$ de la surface de la base.

Observation. La dernière de ces conditions ne serait pas nécessaire, si les localités permettaient d'établir, soit avant, soit après la révolution complète, un nombre de marches égal à la différence de n à n. La troisième n'est jamais d'une rigueur absolue; en sorte qu'on peut quelquefois se déterminer d'après les deux premières.

stehen; in diesem Falle ist, wenn man die Höhe durch keine Stufen-Combination erlangen kann, die Ausführung der Treppe unmöglich.

15. Da wir jetzt die Länge, Breite und Anzahl der Stufen kennen, so wird sich die Fläche der Treppen-Basis, nebst den Ruheplätzen und andern nebenbestandtheilen um so leichter ausmitteln lassen.

Die Länge einer Stufe sey l, ihre Breite, g, und ihre Anzahl n; so erhält man $l \times g = s^2 \times n = s^2 \frac{n}{n}$.

Ist, z. B., die Anzahl der Stufen 17, die Länge einer jeden 28″ und die Breite derselben 9″ 6 Lin. so erhält man $28'' \times 9'' 6''' = 266$ Quadrat″; und 266 Quadrat″ $\times$ 17 $= 4522'' \frac{4522'}{144} = 31' \frac{29}{72}$

16. Da man auf einer Treppe deren Stufen noch nicht 2 Fuss lang und weniger als 8′ breit wären, mit vieler Unbequemlichkeit hinauf oder herabsteigen würde, so muss die Fläche einer jeden Stufe s^1, wenigstens $8'' \times 24'' = 192$ Quadrat‴ halten; und wenn man die Fläche der Treppenbasis s mit 192 Quadrat″ dividirt, so lässt sich die Anzahl der Stufen bestimmen, welche eine jede Windung enthalten kann, $n = \frac{s^2}{8'' \times 24}$: Kennte man bereits die Anzahl dieser Stufen, so liesse sich die Fläche einer jeden dadurch ausmitteln, dass man die Fläche der Basis mit dieser Anzahl $s^1 = \frac{s^2}{n}$ dividirte.

17. Die Anzahl der Stufen, welche man in einer Windung anbringen kann, liesse sich eben so gut dadurch finden, dass mann die Stufenlinie mit 8″ dividirt, denn jede Stufe erfordert wenigstens 8″ Breite, $n = \frac{g}{8''}$. Wüsste man bereits die Anzahl der Stufen, so fände man die Breite derselben, wenn man die Stufenlinie mit dieser Anzahl $g = \frac{s}{n}$ dividirt.

18. Vereinigt man alle obbeschriebene Erfordernisse, und erinnert sich, dass h, die Höhe des ganzen Stockwerks; h die Höhe einer jeden Stufe; g, die ganze Stufenlinie; g, die Breite einer jeden Stufe; n, die Anzahl sämlicher in einem Stockwerke enthaltenen Stufen; n, die Anzahl der in einer Windung enthaltenen Stufen; s^2 die Fläche der Treppen-Basis; s^1 die Fläche einer jeden Stufe; e, die Höhe des Treppenraums; e, die Dicke der Treppendecke, vorstellt, so lässt sich daraus eine Formel ableiten, aus welcher sich die Ausführbarkeit oder Unausführbarkeit einer anzulegenden Treppe abnehmen lässt.

1° $e = h - h - e$, also kann nicht unter 6 Fuss seyn (15).

2° $g = 24'' - 2h$, kann nicht unter 8″ seyn (5).

3° $n = \frac{s^2}{8 \times 24}$ (15) und $= \frac{g}{8''}$ (16) und ferner $\frac{h}{6''}$ (6).

Nun aber ist (6) $h = \frac{h}{n}$: Folglich ist $h = \frac{h}{\frac{s^2}{8 \times 24}}$ oder $\frac{h}{g}$ nämlich $h = \frac{8h}{\frac{1}{24} s^2}$ oder $\frac{8h}{g}$, darf also 6″ nicht überschreiten.

Will man also wissen ob eine gegebene Treppe ausführbar sey oder nicht, so dividirt man die Basis mit 24, und vergleicht das Resultat mit der Stufenlinie. Die kleinste von diesen zwei Zahlen wird zum Divisor, und die achtfache Höhe des Stockwerks zum Dividendus genommen. Soll die Ausführung der Treppe möglich seyn, so muss 1° nachdem dieses Resultat, nebst der Dicke der Treppendecke von der Höhe abgezogen worden, 6 Zoll oder nicht viel darunter übrig bleiben; 2° muss dieser Quotient 6″, oder nicht viel darüber betragen; 3° muss das doppelte des Resultats, nachdem es von 24″ abgezogen worden, der Breite einer Stufe nahe kommen; 4° darf das $\frac{1}{6}$ der Höhe, weder das $\frac{1}{8}$ der Stufenlinie, noch das $\frac{1}{192}$ der Grundfläche übersteigen.

Bemerkung. Die letzte der vorstehenden Bedingungen würde überflüssig seyn, wenn das Local es verstattete, eine dem Unterschiede von n zu n gleiche Anzahl Stufen, entweder vor oder nach der vollständigen Windung anzulegen. Und da die dritte Bedingung in keinem Falle als unumgänglich nothwendig zu betrachten ist, so ist es bisweilen schon genug, wenn man bloss die beiden ersten zum Masstabe nimmt.

then becomes impossible, unless it be obtained by some combination of steps.

15. The length, breadth, and number of the steps once known, you will easily find the surface of the basis of the stair-case, including therein the landing places, and other accessaries that are to compose it.

Be l the length of a step, g the breadth, and n the number; you will have $l \times g = s^2 \times n = s^2 \frac{n}{n}$. For instance if the number of steps be 17, if each has 28° in length, and 9° 6′ in breadth, it will give, $28^\circ \times 9^\circ 6' = 266^\circ$, and $266^{\square\circ} \times 17 = 4522^{\square\circ} = \frac{4522^\circ}{144} = 31 \text{ p. } \frac{29}{72}$

16. It would be very disagreable to go up or down a stair-case, the steps of which are less than two feet long and less than 8° broad or in circumference; so that the surface of each step s^1 ought to be at least $8^\circ \times 24^\circ = 192^\circ$; and that in dividing the surface of the stair-case, s^2, by 192°, you may determine the number of steps to be placed in a revolution, $n = \frac{s^2}{8^\circ \times 24}$; if the number of the steps was known you would find the surface of each by dividing the surface of the basis by this number $s^2 = \frac{s^2}{n}$.

17. It is evident that you would thus find the number of steps, possible to place, in forming a revolution, by dividing the line of circumference by 8°, whereas each step is to have at least 8° of circumference, $n = \frac{g}{8^\circ}$ and if the number of steps was already determined, you would find the circumference of each by dividing the line of circumference by the number $g = \frac{s}{n}$.

18. If you reunite all the preceding preliminary conditions, in recalling to mind that you have represented therein by h, the height total of the story; h, the height of each step; g, the totality of the line of circumference; g, the circumference of each step; n, the number of the steps of a story; n, the number of the steps of a revolution; s^2, the surface of a basis of a stair-case; s^1, the surface of each step; e, the rounding off of the passage; e, the thickness of the cieling: you may deduct there-from a formula to know the possibility or impossibility of executing a given stair-case.

Therefore 1° $e = h - h - e$ and cannot be less than 6 feet.

2° $g = 24^\circ - 2h$, and cannot be less than 8°.

3° $n = \frac{s^2}{8 \times 24}$ (15) and $= \frac{g}{8^\circ}$ (16) and still $\frac{h}{6^\circ}$ (6) or (6) $h = \frac{h}{n}$ gives $h = \frac{h}{\frac{s^2}{8 \times 24}}$ or $\frac{h}{g}$, that is to say $h = \frac{8h}{\frac{1}{24} s^2}$ or $\frac{8h}{g}$ and is not to exceed 6°.

Thus in order to know if a given stair-case be possible or not, divide the basis by 24, and then compare the result with the line of circumference: you will take the least of those two numbers for divisor, and for dividend, eight times the height of the story. That a stair-case be possible, is necessary 1° that this result being deducted from the height, as well as the thickness of the cieling, there remain 6 or almost 6 feet; 2° that this quotient be 6 inches or there about; 3° that the double of the result being deducted from 24° equals almost the circumference of the step; 4° that the $\frac{1}{6}$ of the height does not exceed the $\frac{1}{8}$ of the line of circumference nor the $\frac{1}{192}$ of the basis.

Observation. The last of these conditions would not be necessary, if the localities permitted to establish either before or after the complete revolution, a number of steps equal to the difference of n to n. The third is never of absolute necessity; so that we may determine ourselves after the two first.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exemple 1^er.

Soit un emplacement de 22 pieds quarrés de surface ou 5168 pouces quarrés, = S². de 8 pieds de hauteur = 96°, = h, y compris 10° d'épaisseur de plancher; et dans lequel la ligne de giron = 10 pieds 8 pouces de développement = 128° = g. On demande s'il est possible d'y pratiquer un escalier.

1° $\frac{S^2}{24} = \frac{5168^{\circ\circ}}{24} = \frac{528^{\circ\circ}}{4} = 132^{\circ}$, plus grand que le giron, 128° 8 h = 768; et $\frac{768}{128} = 6^{\circ}$; hauteur de marche admissible.

2° 96° − 6° − 10° = 80°, échappée suffisante.

3° $\frac{96}{6} = 16$, qui n'est pas plus grand que $\frac{128}{8}$ ou 16, ni que $\frac{5168}{192}$ ou de $16\frac{1}{2}$.

4° 24°−6° × 4 = 12.

Ainsi l'escalier sera formé de 16 marches, chacune de 6° de hauteur, de 8° de giron; et il aura 6 pieds 8 pouces d'échappée, ce qui est praticable.

Exemple 2.

Est-il possible d'établir un escalier dans un local qui présente en surface $55\frac{1}{7}$ pieds quarrés, ou 4800° = s^2; 15 p. de hauteur, ou 156°, y compris 10° d'épaisseur du plancher, = h; et 15 p. 4°, ou 160° de giron = g?

1° $\frac{S^2}{24} = \frac{4800}{24} = 200$ plus grand que le giron 160; 8 h = 8 × 156 = 1248; et $\frac{1248}{160} = 7^{\circ}, 80$, hauteur de marche excessive; ou, selon les praticiens, pas très-rude.

2° 156° − 7°, 80 − 10° = 156° − 17°, 80. = 138°, 20 échappée surabondante.

3° $\frac{156}{7,80} = 20$, qui n'est pas plus grand que $\frac{160}{8}$ ni que $\frac{4800}{192}$.

4° 24° − 2 × 7°, 80 = 24° − 15, 60 = 8, 40, rapport admissible. Au reste $\frac{160^{\circ}}{20}$ donnerait 8° de giron; et $\frac{4800}{20}$ donnerait 240° de surface pour chaque marche.

Ainsi l'escalier proposé n'est point praticable par excès de hauteur de marches, quoiqu'on puisse satisfaire aux autres conditions.

Exemple III.

Peut-on exécuter un escalier dans un emplacement de $21\frac{1}{7}$ pieds quarrés de surface = 5702° = s^2; 6 p. 9° 8^l de hauteur = 81°, 67 = h, y compris 8° 10^l d'épaisseur de plancher = 8°, 85; et 9 p. 1° 8^l ou 109°, 67 = g de ligne de giron?

1° $\frac{S^2}{24} = \frac{5702}{24} = \frac{617}{4} = 154,25$ plus grand que le giron, 109, 67. 8 h = 8 × 81° 67 = 655°, 56; et $\frac{655^{\circ},56}{109,67} = 5^{\circ}$ 88, pas très-doux.

2° 81°, 67 − 5°, 88 − 8° 85 = 81°, 67 − 14° 71 = 66° 96, échappée insuffisante.

3° $\frac{81^{\circ},67}{5,88} = 14$, et n'excède pas $\frac{109,67}{8} = 14$, ni $\frac{5702}{192} = 19$.

4° 24° − 2 × 5° 88 = 24 − 11, 76 = 12°, 24, rapport passable.

Au reste $\frac{g}{14}$ ou $\frac{109^{\circ},67}{14} = \frac{54^{\circ}88}{7} = 7^{\circ}$, 84 giron insuffisant; et $\frac{s^2}{192}$ ou $\frac{5702}{14}$ ou $\frac{1851}{7} = 264^{\circ}$ surface surabondante pour chaque marche.

Ainsi l'escalier n'est pas possible, par défaut d'échappée, et un peu par défaut de giron, quoique toutes les autres conditions puissent y être remplies.

Problème I^er.

19. Quel est le plus petit espace circulaire sur lequel puisse s'établir un escalier commode, c'est-à-dire, dont les marches aient 6° de pas, 12° de giron, et 3 pieds de long, et qui ait 6 pieds d'échappée; ce qui détermine 15 marches dans une révolution? Fig. 6, pl. III.

Exempel I.

Der Gegenstand sey ein Raum, dessen Flächeninhalt 22 Quadrat-Fuss oder 5168 Quadrat-Zoll = S², und die Höhe 8′ = 96″ = h beträgt, wobei 10″ für die Dicke des Gebälkes und 10′ 8″ oder = 128″ = g, für die Stufenlinie mit inbegriffen sind.

Es fragt sich jetzt, ob die Anlegung einer Treppe daselbst möglich ist?

1° $\frac{S^2}{24} = \frac{5168''}{24} = \frac{528''}{4} = 132''$, grösser als die Stufenbreite, 128″ 8 h = 768; und $\frac{768}{128} = 6''$; zulässige Stufenhöhe.

2° 96″ − 6″ − 10″ = 80″; hinreichende Höhe des Treppenraums.

3° $\frac{96}{6} = 16$, welche nicht grösser ist als $\frac{128}{8}$ oder 16, auch nicht grösser als $\frac{5168}{192}$ oder $16\frac{1}{2}$.

4° 24″ − 6″ × 2 = 12.

Diesem zufolge wird die Treppe aus 16 Stufen bestehen; eine jede dieser letztern wird 6″ hoch und 8″ breit seyn. Der Treppenraum wird 6′ 8″ Höhe betragen, welches ausführbar ist.

Exempel II.

Kann eine Treppe in einem Raume ausgeführt werden, dessen Flächeninhalt $55\frac{1}{7}$ Quadratfuss oder 4800″ = s^2, und die Höhe 15′ oder 156″ beträgt, mit Inbegriff von 10″ Gebälks Dicke = h, und 15′ 4″ oder 160″ Stufenlinie = g?

1° $\frac{S^2}{24} = \frac{4800}{24} = 200$ grösser als die Stufenbreite 160; 8 h = 8 × 156 = 1248; und $\frac{1248}{160} = 7''$, 80, sehr hohe und beschwerliche Steigung.

2° 156″ − 7″, 80 − 10″ = 156″ − 17″ 80 = 138″, 20 überflüssig hoher Treppenraum.

3° $\frac{156}{7,80} = 20$, welches nicht gröser ist als $\frac{160}{8}$, auch nicht grösser als $\frac{4800}{192}$.

4° 24″ − 2 × 7″, 80 = 24″ − 15, 60 = 8, 40, welches zulässig ist. $\frac{160''}{20}$ gäbe übrigens 8″ Stufenbreite; und $\frac{4800}{20}$ gäbe für jede Stufe 240″ Fläche.

Die Ausführung der Treppe ist daher wegen der zu hohen Steigung nicht möglich, ohnerachtet die übrigen Erfordernisse vorhanden sind.

Exempel III.

Ist eine Treppe ausführbar in einem Raume von $21\frac{1}{7}$ Quadratfuss = 5702″ = s^2 Flächeninhalt, von 6′, 9″, 8‴ = 81″, 67 = h, Höhe, nebst 8″ 10‴ = 8″, 85, Gebälksdicke, und 9′, 1″, 8‴ oder 109″, 67 = g Stufenlinie?

1° $\frac{S^2}{24} = \frac{5702}{24} = \frac{617}{4} = 154$, 25 grösser als die Stufenbreite, 109, 67. 8 h = 8 × 81″, 67 = 655″ 56; und $\frac{655'',56}{109,67} = 5''$ 88, sehr bequeme Steigung.

2° 81″ 67 − 5″, 88 − 8″ 85 = 81″, 67 − 14″ 71 = 66″ 96, unzureichende Treppenraumhöhe.

3° $\frac{81'',67}{5',88} = 14$, und übersteigt nicht $\frac{109,67}{8} = 14$, noch $\frac{5702}{192} = 19$.

4° 24″ − 2 × 5″, 88 = 24 − 11, 76 = 12″ 24, ist zulässig.

Uebrigens aber $\frac{g}{14}$ oder $\frac{109'',67}{14} = \frac{54''88}{7} = 7''$, 84, unzureichende Stufenbreite; und $\frac{s^2}{192}$ oder $\frac{5702}{14}$ oder $\frac{1851}{7} = 264''$, überflüssige Fläche einer jeden Stufe.

Die Treppe ist daher wegen der unzureichenden Höhe des Treppenraumes, und auch einigermassen wegen der zu beschränkten Stufenbreite unausführbar, wenn auch gleich alle übrige Erfordernisse dabei vorhanden sind.

Problem I.

19. Welches ist der kleinste zirkelrunde Raum, auf welchem eine bequeme Treppe ausgeführt werden kann, nämlich eine solche deren Stufen 6″ Steigung, 12″ Breite und 3 Fuss Länge, nebst 6 Fuss Treppenraumhöhe halten, wornach auf eine Windung 15 Stufen kommen. Fig. 6, Tab. III.

Example I.

Be given an extent of twenty two square feet in surface or 5168 square inches = S², 8 feet high = 96° = h, including 10° the thickness of the floor; and in which the line of circumference = 10 feet 8 inches of unfolding = 128^l = g. It is required if it be possible to establish there a stair-case.

1° $\frac{S^2}{24} = \frac{5168^{\circ\circ}}{24} = \frac{528^{\circ\circ}}{4} = 132^{\circ}$ larger than the line of circumference 128° 8 h = 768; and $\frac{768}{128} = 6^{\circ}$, height of the admissible step.

2° 96° − 6° − 10° = 80° sufficient rounding off.

3° $\frac{96}{6} = 16$ which is not greater than $\frac{128}{8}$ or 16, which is not greater than $\frac{5168}{192}$ or $16\frac{1}{2}$.

4° 24° − 6° × 2 = 12.

Therefore the stair-case will be formed of 16 steps, each of 6° in height and 8° in circumference; and it will contain 6 feet 8 inches of rounding off, which is practicable.

Example II.

Is it possible to establish a stair-case in a place presenting a surface of $55\frac{1}{7}$ square feet, or 4800 inches = s^2; 15 feet high, or 156°, including therein 10 inches for the thickness of the floor = h, and 15 feet 4 inches, or 160° of the circumference = g.?

1° $\frac{S^2}{24} = \frac{4800}{24} = 200$ greater than the circumference 160; 8h = 8 × 156 = 1248, and $\frac{1248}{160} = 7^{\circ}$, 80, height of an excessive step; or according to professional men, *a very rude step*.

2° 156° − 7°, 80 − 10° = 156 − 17°, 80 = 138°, 20 superabundant rounding off.

3° $\frac{156}{7,80} = 20$ which is not greater than $\frac{160}{8}$ nor than $\frac{4800}{192}$.

4° 24° − 2 × 7°, 80 = 24 − 15, 60 = 8, 40 admissible reference. Moreover $\frac{160^{\circ}}{20}$ will give 8 inches circumference, and $\frac{4800}{20}$ will give 240 inches surface for each step.

Thus the proposed stair-case is not practicable by the excessive height of the steps, though it be possible to satisfy the two other conditions.

Example III.

Is it possible to execute a stair-case in a place $21\frac{1}{7}$ square feet in surface = 5702° = s^2; 6 feet 9° 8^l in height = 81, 67 = h, y including 8° 10^l thickness of the floor = 8° 85; and 9 feet 1° 8^l or 109°, 67 = g line of circumference.

1° $\frac{S^2}{24} = \frac{5702}{24} = \frac{617}{4} = 154$, 25 greater than the circumference, 109, 67. 8 h = 8 × 81°, 67 = 655°, 56; and $\frac{655^{\circ}56}{109,67} = 5^{\circ}$ 88, the easiest step.

2° 81°, 67 − 5, 88 − 8° 85 = 81°, 67 − 14° 71 = 66° 96, insufficient rounding off.

3° $\frac{81^{\circ},67}{5,88} = 14$ and does not exceed $\frac{109,67}{8} = 14$, nor $\frac{5702}{192} = 19$.

4° 24° − 2 × 5° 88 = 24 − 11, 76 = 12° 24 tolerable proportion.

Besides $\frac{g}{14}$ or $\frac{109^{\circ},67}{14} = \frac{54^{\circ},88}{7} = 7^{\circ}$, 84 insufficient circumference; and $\frac{s^2}{192}$ or $\frac{5702}{14}$ or $\frac{1851}{7} = 264^{\circ}$, superabundant surface for each step.

Thus, the stair-case is not possible, for want of rounding off, and a little for want of circumference; though all the other conditions might be filled up.

Problem I.

19. What is the smallest circular space, on which a commodious stair-case may be constructed, that is to say, the steps of which 6 inches step, 12 circumference, and 3 feet length, and 6 feet rounding off; which determines 15 steps in a revolution, Fig. 6 Pl. III.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Solution. Soit le diamètre de la base $= \ldots\ldots\ldots\ldots x$	*Vérification.* 85°,6363
La longueur des marches 36°; les marches occuperont $72° \ldots\ldots$	72
Le noyau aura donc pour diamètre $x - 72 \ldots\ldots\ldots\ldots$	13, 6363
Le diamètre de la ligne de giron = celui du noyau + deux demi-longueurs de marches; $x - 72 + 36 = \ldots\ldots\ldots\ldots x - 36°$	+ 36
La circonférence de la ligne de giron sera donc $= \frac{22 \times (x-36)}{7} \ldots$	49, 6363
	22
	99, 2727
Et le giron de chacune des 13 marches $\frac{22 \times (x-36°)}{7 \times 13} \ldots\ldots\ldots$	992, 7272
	1091, 9999
	$\frac{1}{7}$ 155, 9999
	$\frac{1}{13}$ 11, 9999

Ainsi l'on a l'équation $\frac{22 \times (x-36°)}{7 \times 13} = 12°$.

En multipliant chaque membre de l'équation par 7 et par 13, elle devient $22 \times (x - 36°) = 12° \times 7 \times 13$.

En divisant par $22\ x - 36° = \frac{12° \times 7 \times 13}{22}$.

En ajoutant 36°, on a $x = \frac{12° \times 7 \times 13}{22} + 36° = \frac{6° \times 7 \times 13}{11} + 36° = \frac{6° \times 91}{11} + 36° = \frac{546°}{11} + 36° = 49° 6363 + 36 = 85° 6363 = 7$ p. $1° 7^1 64$.

Problème II.

20. Quel est le plus petit espace circulaire sur lequel on puisse établir un petit escalier praticable quoiqu'un peu étroit; c'est-à-dire, dont les marches aient 6° de pas, 8° de giron; qu'il ait 6° de noyau et 72° d'échappée, ce qui réduit à 13 le nombre des marches d'une révolution?

Solution. Soit le diamètre de la base $= \ldots\ldots\ldots\ldots x$	*Vérification.* 60°, 182
Le noyau étant de $\ldots\ldots$	6
La portion occupée par les marches sera $\ldots\ldots\ldots x - 6°$	54, 182
La longueur d'une marche $\frac{x-6°}{2}$	27, 091
Et celle d'une demi-marche $\frac{x-6°}{4}$	13, 545
Le rayon de la ligne de giron sera donc $\frac{6°}{2} + \frac{x-6°}{4} = \frac{12° + x - 6°}{4} =$	+ 3
$= \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{x+6°}{4}$	16, 545
Le diamètre du giron $\ldots \frac{x+6°}{2}$	33, 091
Et la circonférence de la ligne de giron $\ldots\ldots\ldots \frac{22 \times (x+6°)}{7 \times 2}$	22
	66, 182
	661, 82
Ainsi, le giron de chacune des 13 marches sera $\ldots\ldots \frac{22 \times (x-6°)}{7 \times 2 \times 13}$	728, 002
	$\frac{1}{7}$ 104, 000
Et l'on a l'équation $\frac{22 \times (x+6°)}{7 \times 2 \times 13} = 8°$	$\frac{1}{13}$ 8°

En multipliant chaque membre par 7, par 2 et par 13, l'équation devient $22 \times x + 6 = 8° \times 7 \times 2 \times 13$.

En divisant par 22, on a $x + 6° = \frac{8° \times 7 \times 2 \times 13}{22}$.

Et en retranchant 6°, $x = \frac{8° \times 7 \times 2 \times 13}{22} - 6° = \frac{8° \times 7 \times 13}{11} - 6 = \frac{8° \times 91}{11} - 6° = \frac{728°}{11} - 6° = 66° 1818 - 6° = 60° 182 = 5$ pieds o pouce $2^1 184$.

Problème III.

21. Etant forcé par l'emplacement de réduire le giron de chaque marche à $7° 8^1 = 7° 666$, de porter le pas à $6° 4^1$ ou $6° 333$ de hauteur, et de n'en mettre que douze dans une révolution; quel est le plus petit espace circulaire sur lequel cet escalier puisse être construit en réduisant son noyau à 5°? Pl. III, fig. 7.

Auflösung. Der Diameter der Basis sey $= \ldots\ldots\ldots x$	*Bestimmung.* 85″,6363
Da die Länge der Stufen 56″ ist, so nehmen diese letztern ein 72″	72
Die Spindel erhält folglich einen Diameter von $\ldots\ldots x - 72$	13, 6363
Der Diameter der Stufenlinie = dem der Spindel + zwei halbe Stufenlängen; $x - 72 + 36 = x - 36''$	+ 36
Die Circumferenz der Stufenlinie wird daher seyn $= \frac{22 \times (x-36)}{7}$.	49, 6363
	22
	99. 2727
Und die Breite einer jeden der 13 Stufen $\frac{12 \times (x-36'')}{7 \times 13} \ldots\ldots$	992, 7272
	1091, 9999
	$\frac{1}{7}$ 155, 9999
	$\frac{1}{13}$ 11, 9999

Man erhält also die Gleichung $\frac{22 \times (x-36'')}{7 \times 13} = 12''$.

Multiplicirt man jedes Glied der Gleichung mit 7 und mit 13, so wird sie $22 \times (x - 36'') = 12'' \times 7 \times 13$.

Dividirt man mit 22, so bekommt man $x - 36'' = \frac{12'' \times 7 \times 13}{22}$.

Fügt man 36″ hinzu, so erhält man $x = \frac{12'' \times 7 \times 13}{22} + 36'' = \frac{6'' \times 7 \times 13}{11} + 36'' = \frac{6'' \times 91}{11} + 36'' = \frac{546''}{11} + 36'' = 49'' 6363 + 36 = 85'' 6363 = 7$ Fuss 1 Zoll, 7 Linien, 64.

Problem II.

20. Welches ist der kleinste zirkelrunde Raum, auf welchem man eine kleine, obschon ein wenig enge, aber dennoch ausführbare Treppe anlegen kann; das heisst eine solche, deren Stufen 6″ Steigung, 8″ Breite, 6″ Spindeldicke und 72″ Treppenraumhöhe halten, und wornach die Anzahl der in einer Windung enthaltenen Stufen auf 13 reducirt wird.

Auflösung. Der Diameter der Grundfläche sey $= \ldots\ldots\ldots x$	*Bestimmung.* 60°, 182
Da die Spindel berechnet ist zu 6″	6
So erhält der Theil den die Stufen einnehmen $\ldots\ldots\ldots x - 6''$	54, 182
Die Länge einer Stufe $\ldots \frac{x-6''}{2}$	27, 091
Die Länge einer halben Stufe $\frac{x-6''}{4}$	13, 545
Die Stufenlinie wird folglich seyn $\frac{6''}{2} + \frac{x-6''}{4} = \frac{12'' + x - 6''}{4} = \frac{x+6''}{4}$	+ 3
	16, 545
Der Diameter der Stufen-Breite $\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{x+6''}{2}$	33, 091
Und die Circumferenz der Stufenlinie $\ldots\ldots\ldots \frac{22 \times (x+6)}{7 \times 2}$	22
	66, 182
	661, 82
Die Breite einer jeden der 13 Stufen ist also $\ldots\ldots \frac{22 \times (x-6'')}{7 \times 2 \times 13}$	728, 002
	$\frac{1}{7}$ 104, 000
Und man erhält die Gleichung $\frac{22 \times (x+6'')}{7 \times 2 \times 13} = 8''. \ldots\ldots\ldots$	$\frac{1}{13}$ 8°

Multiplicirt man ein jedes Glied mit 7, mit 2 und mit 13, so wird die Gleichung $22 \times x + 6 = 8'' \times 7 \times 2 \times 13$. Dividirt mad mit 22, so erhält man $x + 6'' = \frac{8'' \times 7 \times 2 \times 13}{22}$, und zieht man davon ab 6″, so ergiebt sich $x = \frac{8'' \times 7 \times 2 \times 13}{22} - 6'' = \frac{8'' \times 7 \times 13}{11} - 6 = \frac{8'' \times 91}{11} - 6'' = \frac{728''}{11} - 6'' = 66'' 1818 - 6'' = 60'' 182 = 5$ Fuss o Zoll 2 Linien 184.

Problem III.

21. Ist man wegen des Locals genöthigt, die Breite einer jeden Stufe auf $7'' 8''' = 7'' 666$, zu reduciren, der Steigung eine Höhe von $6'' 4'''$ oder $6'' 333$ zu geben, und in einer Windung nicht mehr als 12 Stufen anzubringen; so fragt es sich, welches ist der kleinste zirkelrunde Raum, auf welchem eine Treppe, wenn ihre Spindel auf 5″ reducirt wird, angelegt werden kann? Tab. III, Fig. 7.

Solution. Be the diameter of the basis $= \ldots\ldots\ldots\ldots x$	*Verifications.* 85, 6363
The length of the steps 56 inches, the steps will take up $72° \ldots$	72
The spindle will have for diameter $x - 72 \ldots\ldots\ldots\ldots$	13, 6363
The diameter of the line of circumference = that of the spindle, + two half lengths of steps; $x - 72 + 36 = \ldots\ldots\ldots x - 36$	+ 36
The outline of the circumference will be then $= \frac{22 \times (x-36)}{7} \ldots$	49, 6363
	22
	99, 2727
And the circumference of each of the 13 steps $\frac{22 \times (x-36}{7 \times 13} \ldots$	992, 7272
	1091, 9999
	$\frac{1}{7}$ 155, 9999
	$\frac{1}{13}$ 11, 9999

Thus we shall have the equation $\frac{22 \times (x-36)}{7 \times 13} = 12°$ in multiplying each member of the equation by 7 and by 13 it becomes $22 \times (x - 36°) = 12 \times 7 \times 13$ and dividing by $22\ x - 36° = \frac{12 \times 7 \times 13}{22}$ and adding 36, we have $x = \frac{12 \times 7 \times 13}{22} + 36 = \frac{6 \times 7 \times 13}{11} + 36° = \frac{6° \times 91}{11} + 36° = \frac{546°}{11} + 36 = 49° 6363 + 36 = 85° 6363 = 7$ feet, 1 inch, $7^1 64$.

Problem II.

20. What is the smallest circular space on which a small stair-case may be established, practicable though a little narrow; that is to say, the steps of which may have 6 inches of step, 8 of outline, 6 of spindle and 72 of rounding off, which reduces to 13 the number of the steps of a revolution.

Solution. Be the diameter of the basis $= \ldots\ldots, \ldots\ldots x$	*Verifications.* 60°, 182
The spindle being of six. $\ldots$ 6	6
The portion occupied by the steps will be $\ldots\ldots\ldots\ldots x - 6$	54, 182
The length of a step $\ldots \frac{x-6}{2}$	27, 091
That of a half-step $\ldots\ldots \frac{x-6}{4}$	13, 545
The radius of the line of circumference will be then $\frac{6°}{2} + \frac{x-6}{4} =$	
$\frac{12° + x - 6}{4} = \ldots\ldots\ldots \frac{x+6}{4}$	16, 545
The diameter. $\ldots\ldots \frac{x+6}{2}$	33, 091
The circumference of the outline $\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{22 \times (x+6)}{7 \times 2}$	22
	66, 182
	661, 82
Thus the circumference of each of the steps will be $\ldots\ldots \frac{22 \times (x-6)}{7 \times 2 \times 13}$	728, 002
	$\frac{1}{7}$ 104, 000
And you have the equation $\frac{22 \times (x+6)}{7 \times 2 \times 13} = \ldots\ldots\ldots 8$	$\frac{1}{13}$ 8°

In multiplying each number by 7, by 2 and by 13, the equation becomes $22 \times x + 6 = 8° \times 7 \times 2 \times 13$; in dividing by 22 you will have $x + 6° = \frac{8° \times 7 \times 2 \times 13}{22}$ and in retrenching 6°; $x = \frac{8° \times 7 \times 2 \times 13}{22} - 6° = \frac{8 \times 7 \times 13}{11} - 6 = \frac{8 \times 91}{11} - 6° = \frac{728°}{11} - 6° = 66° 1818 - 6° = 60° 182 = 5$ feet o inch $2^1 184$.

Problem III.

21. Being forced by the place to reduce the outline of each step to 7 inches $8^1 = 7° 666$, to carry the step to 6°, 4^1 or 6,333 of height and to put only 12 in a revolution; what is the smallest circular space on which this stair-case can be constructed in reducing the spindle to 5°? Pl. III, Fig. 7.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Solution. Ce problème étant du même genre que le précédent, il suffit d'en substituer les données dans la valeur de x trouvée par la solution ci-dessus.

On a donc $x = \frac{7^{o}\,666 \times 7^{o} \times 2 \times 12}{22}$

$- 5^{o} = \frac{7^{o}\,666 \times 7 \times 12}{11} - 5^{o} =$

$\frac{55^{o}\,666 \times 12}{11} - 5^{o} = \frac{645^{o}\,999}{11} - 5^{o} =$

$58^{o}\ 5454 - 5^{o} = 53^{o}\ 5454 = 4$ pieds 5 pouces 6^{l} 55.

Vérification.
53°, 5454
— 5
48, 5454
24, 2727
12, 1365
+ 2, 5000
14, 6365
29, 2727
22
58°, 5454
585, 454
645, 9999
$\frac{1}{7}$ 91, 9999
$\frac{1}{12}$ 7°, 6666

22. Les limons étant des bordures destinées à soutenir les marches, doivent avoir une largeur uniforme : cette largeur doit être établie rectangulairement à la ligne qui passe aux extrémités des arêtes des marches, et que nous appellerons *Tangente du cordon des marches :* les limons, par rapport à leur plan, sont droits, ou courbes, ou mixtes.

23. *Limon droit*, est le nom de toutes les bordures de marches dont la projection horizontale marque un plan droit, Pl. I, Fig. 15, 19 et 23; mais ces limons, quoique sur plan droit, ne forment une bordure rampante droite, que quand les collets des marches sont égaux, Fig. 20 et 22, Pl. I; et leurs formes sont courbes, quand les collets sont inégaux, Fig. 24, même Pl., ou quand ils se raccordent à une partie horizontale, Fig. 18 et 19, Pl. IV.

24. *Limon courbe*, est le nom aussi généralement usité pour indiquer les bordures des marches dont les projections horizontales forment des plans courbes, Pl. XI, Fig. 2, 8, 10, 15 et 15 : cependant, ceux qui sont très-courts, Fig. 6, Pl. IV, prennent le nom de *Sabot*.

25. *Limon mixte*, est le nom qui conviendrait aux bordures de marches dont le plan est en partie droit, en partie courbe; on les appelle ordinairement *Limons-crosses*, Fig. 5, Pl. V. *Crémaillères*, sont des parties de limons entaillées angulairement pour porter les marches, Fig. 16, Pl. I; mais quand elles ne contiennent qu'un collet de marche, elles prennent le nom de *Parelose*.

Les limons sont aussi susceptibles d'être décorés de moulures et autres ornements : les Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8, de la Pl. I, sont les profils simples les plus usités.

26. Un limon, Fig. 14 et 15, Pl. XI, contient quatre surfaces : la *supérieure*, qui reçoit la rampe, A a; l'inférieure, ou de *Plafond*, B b, l'une des verticales, recevant les collets des marches, C c, que nous appellerons *intérieure*; et l'autre verticale apparente, D, que nous appellerons *extérieure*. Chaque limon droit, ou courbe, a aussi deux bouts, E F, e f, qui doivent être façonnés, soit pour commencer la continuité, ou pour être assemblés à d'autres pièces. Les portions de la surface intérieure non occupée par les têtes des marches, ont aussi reçu des noms. La portion qui s'élève au-dessus des marches est appelée *Socle*, et celle au-dessous, *Ressocle*.

27. La sorte d'enroulement qui orne le bas d'un limon, est nommée par les praticiens, *colimaçon*, ou *Volute* d'échiffre (*a*) : cette naissance de limon a ordinairement pour base une *spirale*. Si l'on suppose à tous les points de cette courbe un mouvement vertical, mais de hauteur différente, ou qui s'arrête à la surface d'une portion de cône disposé horizon-

(*a*) Cette masse réservée au commencement du limon, permet de placer le premier barreau de rampe, dit pilastre, au-delà de la surface extérieure : ce qui donne de l'agrément et plus d'étendue à l'entrée de l'escalier.

Auflösung. Da dieses Problem von derselben Beschaffenheit ist, wie vorstehendes, so braucht man bloss die Angaben in dem in der vorigen Auflösung gefundenen Werthe x zu substituiren.

Man hat also $x = \frac{7''666 \times 7'' \times 2 \times 12}{22}$

$- 5'' = \frac{7''666 \times 7 \times 12}{11} - 5'' =$

$\frac{53''666 \times 12}{11} - 5'' = \frac{645''999}{11} - 5''$

$= 58''\ 5454 - 5'' = 53''\ 5454 =$ 4 Fuss 5 Zoll $6'''$ 55.

Bestimmung.
53°. 5454
— 5
48, 5454
24, 2727
12, 1365
+ 2, 5000
14, 6365
29, 2727
22
58°, 5454
585, 454
645, 9999
$\frac{1}{7}$ 91, 9999
$\frac{1}{12}$ 7°, 6666

22. Die Wangen sind Einfassungen, welche zur Befestigung der Stufen dienen. Die Breite derselben muss nicht nur einfach, sondern auch so beschaffen seyn, dass solche mit der an den Enden der Stufenkanten laufenden Linie winkelrecht fortläuft. Wir bezeichnen diese Linie mit dem Namen *Tangent* des Stufengesimses. Nimmt man auf den Plan Rücksicht, nach welchem die Wangen angelegt werden, so können dieselben entweder gerade, oder gebogene oder gemischte etc, seyn.

23. Gerade Wangen nennt man diejenigen Stufen-Einfassungen, deren horizontale Vorstellung einen geraden Plan beschreiben. Tab. I, Fig. 15, 19 und 23. Ob nun zwar gleich der Plan dieser Wangen gerade ist, so bilden sie doch nur erst dann eine gerade Einfassung, wenn die Stufenhälse gleichförmig sind, Fig. 20 und 22 Tab. I; denn sind die Stufen ungleich, wie die Fig. 24, auf derselben Tabelle, oder sind sie mit einem horizontalen Theile verbunden, wie in Fig. 18 und 19, Tab. IV, so wird die Gestalt derselben gebogen.

24. Gebogene Wangen heissen diejenigen Stufen-Einfassungen deren horizontale Vorstellungen einen gebogenen Plan bilden. Tab. XI, Fig. 2, 8, 10, 15 und 15; indessen werden diejenigen, welche sehr kurz sind, wie in Fig. 6 Tab. IV, mit dem Namen *Sabot* (Kropfstück) bezeichnet.

25. Gemischte Wangen können füglich diejenigen Stufen-Einfassungen genannt werden, deren Plan theils gerade, theils gebogen geht; ihr gewöhnlicher Name ist *Limon crosse*. Fig. 5, Tab. V. Einlochungen sind die winkelförmig eingeschnittenen Theile der Wange, in welche die Stufen eingesetzt werden. Fig. 16, Tab. I. Wird bloss ein Stufenhals in dieselben eingesetzt, so heissen sie *Parelose*.

An den Wangen können ebenfalls Gesimse und andere Verzierungen angebracht werden. Die einfachsten und gebräuchlichsten Profile derselben, sind in den Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8, Tab. I enthalten.

26. Eine Wange besteht nach Fig. 14 und 15, Tab. XI, aus vier Flächen; selbige sind : 1° die *obere*, auf welche das Geländer A a, aufgesetzt wird; 2° die *untere* B b, an der Decke; 3° eine verticale, in welche die Stufenhälse, C, c, eingelocht werden, und welche wir die *innere* nennen wollen, und 4° die entgegengesetzte und sichtbare ebenfalls verticale, D, welche wir die *äussere* nennen wollen.

Eine jede Wange, si sey gerade oder gebogen, hat ferner zwei Enden, E F, e f, welche Versatzungen erhalten, weil mit ihnen entweder die fortgesetzten Wangenstücke, oder andere Hölzer verbunden werden. Die Theile an der innern Seite, welche die Stufenenden nicht ausfüllen, führen ebenfalls besondere Namen : der Theil nämlich, welcher über die Stufen hervorragt, heisst *Sockel*, oder der obere Backen, und der unter demselben befindliche, wird *Ressockel* oder der untere Backen, genennt.

27. Die Art von Windung, mit welchem der untere Theil der Wange verziert wird, heisst in der Bausprache die Schnecke (*a*). Dieser Theil, mit welchem die Wange anfängt, hat gewöhnlich eine spiralförmige Windung zur Basis. Nimmt man an, dass alle Theile dieser Windung eine verticale und ungleich hohe Bewegung haben, oder dass diese

(*a*) Da dieser am Anfange der Wange angebrachte Theil es verstattet, dass der erste Stab des Geländers, *Pilaster* genannt, ausserhalb der äussern Fläche aufgesetzt werden kann, so erhöht dieses die Schönheit der Treppe, und vergrössert zugleich den Umfang derselben.

Solution. This problem being of the same kind as the preceding one; it is sufficient to substitute the data in the value of x found in the foregoing solution.

You then have $x = \frac{7^{o}666 \times 7 \times 2 \times 12}{22}$

$- 5 = \frac{7^{o}\,666 \times 7 \times 12}{11} - 5^{o} =$

$\frac{53^{o}\,666 \times 12}{11} - 5 = \frac{645^{o}\,999}{11} - 5^{o} = 58^{o}$

$5454 - 5^{o} = 53^{o}\ 5454 = 4$ feet 5 inches 6^{l} 55.

Vérification.
53°, 5454
— 5
48, 5454
24, 2727
12, 1365
+ 2, 5000
14, 6365
29, 2727
22
58°, 5454
585, 454
645, 9999
$\frac{1}{7}$ 91, 9999
$\frac{1}{12}$ 7°, 6666

22. The string-boards being edges designed to support the steps, must have a regular breadth : that breadth must be set up rectangular to the line which runs to the very end of the edges of the steps, and which, we shall name *Tangent to the moulding of the steps :* the string-boards, according to their plan, are straight or curved, or mixt, etc.

23. Straight String-board, is the name given to all the edges of steps, whose horizontal projection shows a straight plan, Pl. I, Fig. 15, 19, and 23. But those string-boards, though on a straight plan, do not form a straight rampant edge, except when the narrow parts (*collets*) of the steps are equal, Fig. 20, and 22, Pl. I; and their forms are curved, when the narrow parts are unequal, Fig. 24, same plate, or, when they agree perfectly with an horizontal part, Fig. 18, and 19, Pl. IV.

24. *Curved string-board*, is also the name generally employed to indicate the borders of the steps, whose horizontal projections form curved plans, Pl. XI, Fig. 2, 8, 10, 15, an 15; however, those which are very short, Fig. 6, Pl. IV, take the name of *Sabot*.

25. *Mixt string-board*, is the name which ought to be given to the edges of steps whose plan is in part straight, and in part curved; they are called, usually, *crosses string-boards*, Fig. 5, Pl. V, the *Crémaillères* are parts of string-boards, cut in an angular way to support the steps, Fig. 16, Pl. I, but when they contain a single *collet* of steps, they take the name of *Parelose*.

The string-boards are also susceptible to be decorated with mouldings and other ornaments : the Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, and 8, of the Pl. I, are the profiles simple, the most in general use.

26. A String-board, Fig. 14, and 15, Pl. XI, contains four surfaces; the superior which receives, the flight A a; the inferior, or the *Ceiling* B b; one of the vertical, receiving the narrowest parts (*Collets*) of the steps, C c, which we shall call *internal*, and the other also appearing vertical D, which we shall give the name of *external* : every string-board straight or curved, has also two ends, E F, e f, which must be formed, either to begin the continuity, or to be adapted to other pieces. The parts of the internal surface not occupied by the *heads* of the steps, have also their names : the part which raises over the steps, is called pedestal (*Socle*); and the under one the foot (*Ressocle*).

27. The kind of moulding which adorns, the lower part of a string-board, is called by professional men, *Volute* or (*Colimaçon*) (*a*), that beginning of a string-board has usually a spiral line for its basis. If one supposes to all the points of that curve, a vertical motion, whose height should be of course very different, or which should finish the surface

(*a*) That mass reserved in the beginning of the string-board, allows to place the first bar of the flight, called *pilaster*, beyond the external surface, which gives a grace and a greater extent to the entrance of the stair-case.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

talement, on aura l'idée et du volume et des surfaces de cet ornement, qui est cependant susceptible d'un grand nombre de variétés, ainsi que Frézier le fait remarquer au livre II, chap. 3. Deux dessins sont nécessaires pour procéder au tracé de cet enroulement : 1° la projection horizontale ou spirale, soit unique, ou avec compagne, dite *Conoïde*; 2° le développement des surfaces verticales, contenant la rectification des courbes, et les différentes hauteurs; ce qu'on nomme *Panneau*.

28. Le tracé des spirales est assujetti à la règle générale des autres courbes usuelles, qui est que les rencontres ou points extrêmes des arcs, doivent toujours se confondre sur la direction de leurs centres.

Le tracé le plus simple est celui qui donne à la révolution de la spirale seulement deux arcs de cercle. Dans la pratique, Pl. IX, Fig. 2, on a divisé $a\,b$, épaisseur du limon, en huit parties égales; une de ces parties est portée de b en c : ce dernier point étant pris pour centre, et $c\,a$ pour rayon, on a décrit le premier demi cercle $a\,d\,e$: on a divisé $c\,e$ en deux parties égales, et le milieu f est le centre du deuxième demi-cercle $e\,g\,c$. Pour tracer la spirale compagne, qui est le plan du contour de la première marche du premier centre c, on a abaissé la perpendiculaire $c\,h$ sur l'arête de la marche, et décrit l'arc $h\,i$; e est le centre du second arc $i\,j$.

29. Si l'on voulait que la révolution de la spirale fût composée de six arcs de cercle, Fig. 8 et 9, Pl. II, on procéderait comme il suit pour la tracer.

La description horizontale étant faite, c'est-à-dire, le plan des premières marches A, B, C, D, E, F, et de la partie droite du limon G, on a prolongé indéfiniment la ligne de la marche C vers c; l'étendue a b a été portée de b en c; ce dernier point a été pris pour centre; et c b, et c a, pour rayons des arcs b d et a c, chacun de 60 degrés : on a tracé le rayon c e; et sa portion d e a été partagée en six parties égales, et d c en quatre, dont d f est l'une : f est le centre de l'arc $e\,g$, aussi de 60 degrés. Menant l'indéfinie $f\,r$, et portant de f en h un des sixièmes de $d\,e$, h est le centre de $g\,i$: de même, j est le centre de $i\,k$; l centre de $k\,m$, et n centre de $m\,o$; tous ces arcs ont pareillement 60 degrés. Entre n et f, on a pris le centre de $o\,p$, de manière à arriver en d.

Pour la spirale compagne, qui, dans cet exemple, est la forme en plan de la première marche, on a pris f pour centre de l'arc $q\,r$; mais r est dans la direction du côté $f\,h$ de l'hexagone; on a aussi établi $f\,s$ égal à la constante $d\,e$; et $s\,r$ a été divisée en cinq parties égales : une de ces dernières parties a donné le point t, centre de $r\,u$: en menant le rayon $t\,u$, et portant de t en v un des cinquièmes de $s\,r$, v est le centre de $u\,x$; et de même y centre de x : l'arc b est décrit du centre z', pris de manière à arriver en b.

30. Dans les escaliers à base circulaire, où la projection horizontale des limons est composée d'arcs de cercle, on nomme pratiquement ces limons *Courbes rampantes*. La courbe rampante est susceptible de plusieurs variétés, savoir : 1° si elle reçoit des marches dont les collets sont égaux en hauteur et égaux en largeur, la rectification de ses arêtes sera droite; 2° si (toujours sur même plan) elle reçoit des marches dont les collets ont même hauteur, mais dont les largeurs diffèrent, la rectification de ses arêtes sera courbe, etc.

31. Soit Fig. 10 et 11, Pl. III, la demi-couronne

letztere an der Fläche eines horizontal laufenden conischen Theils unterbrochen wird, so erhält man eine richtige Idee von dem Umfange und den Flächen dieser Zierrath, welche demohnerachtet sehr verschiedentlich gestaltet seyn kann, wie bei Frezier, im 2 Buche, 3 Capitel zu ersehen ist. Zur Abbildung dieser Windung sind zwei Zeichnungen nothwendig : 1° die horizontale oder spiralförmige Vorstellung, sie mag nun einfach oder zusammengesetzt (*conoïde*) seyn; 2° die Darstellung der verticalen Seiten, welche die Eintheilungen der Windungen und der verschiedenen Höhen enthält (Füllung).

28. Die Zeichnung der Spirallinien folgt der allgemeinen Regel der übrigen gewöhnlichen Krümmungen; das heisst : die zusammentreffenden oder äussersten Punkte der Aren (Zirkelbogen) müssen auf der Richtung nach ihren Mittelpunkten jederzeit in einander laufen.

Die einfachste Zeichnung ist diejenige, durch welche die Windung der Spirallinie nicht mehr als zwei Zirkel-Aren erhält. In der Praxis hat man die Dicke der Wange $a\,b$, Tab. IX, Fig. 2, in acht gleiche Theile getheilt; einer von diesen Theilen ist von b auf c geführt worden : da dieser letzte Punkt als Mittelpunkt, und $c\,a$ als Radius angenommen ist, so hat man den ersten Halbzirkel $a\,d\,e$ beschrieben : $c\,e$ ist in zwei gleiche Theile getheilt worden, und die Mitte f, ist der Mittelpunkt des zweiten Halbzirkels $e\,g\,c$. Um die begleitende Spirallinie, welche den Umriss der ersten Stufe beim ersten Mittelpunkte c ausmacht, zu zeichnen, so hat man die Perpendicular-Linie $c\,h$, vom ersten Mittelpunkt c, auf die Kante der Stufe herabgesenkt, und die Are $h\,i$, beschrieben; e ist der Mittelpunkt der zweiten Are $i\,j$.

29. Sollte die Windung der Spirallinie aus sechs Zirkelbogen, Fig. 8 und 9, Tab. II bestehen, so würde die Zeichnung derselben nach nachstehender Verfahrungsweise geschehen.

Wenn die horizontale Beschreibung, das heisst, der Plan der ersten Stufen A, B, C, D, E, F, nebst der Zeichnung des geraden Theils der Wange G, vollendet ist, so verlängert man die Linie der Stufe C, auf eine unbestimmte Weise nach c; die Linie a b wird von b nach c geführt; dieser letzte Punkt wird als Mittelpunkt, und c b, so wie c a, als Radii der Aren b d und a c, von denen ein jeder 60 Grade enthält, angenommen; man zeichnet sodann den Radius c e, und theilt dessen Theil d e in sechs, und d c, in vier gleiche Theile, von denen d f einer ist : f ist der Mittelpunkt von dem Zirkelbogen $e\,g$, welcher ebenfalls 60 Grade enthält. Führt man die unbestimmte Linie $f\,r$ fort, und bringt eins der Sechstel $d\,e$, von f nach h, so ist h der Mittelpunkt von $g\,i$: gleichergestalt ist j der Mittelpunkt von $i\,k$; l, der Mittelpunkt von $k\,m$, und n, der Mittelpunkt von $m\,o$; alle diese Aren enthalten ebenfalls 60 Grade. Zwischen n und f nimmt man den Mittelpunkt von $o\,p$, um so zu d zu gelangen.

Bei der begleitenden Spirallinie, welche in diesem Exempel den Plan zur ersten Stufe beschreibt, hat man f zum Mittelpunkt der Are $q\,r$ genommen; allein r befindet sich in der Richtung nach der Seite $f\,h$ des Sechsecks; auch hat man die Linie $f\,s$ gezogen, welche gleich ist der unveränderlichen $d\,e$, und $s\,r$ ist in fünf gleiche Theile getheilt worden : einer von diesen lezten Theilen hat den Punkt t, gegeben, welches der Mittelpunkt von $r\,u$ ist : führt man den Radius $t\,u$ fort, und bringt eins der Fünftel $s\,r$ von t nach v, so ist v der Mittelpunkr von $u\,x$; und y, der Mittelpunkt von x : die Are b ist aus dem Mittelpunte z' beschrieben, welcher dergestalt genommen ist, dass man nach b gelangen kann.

30. *Courbes rampantes* nennt man die Wangen bei Treppen mit zirkelrunder Basis (Wendeltreppen), wo die horizontale Vorstellung derselben aus Zirkelbogen besteht. Eine solche Wange kann mehrere Verschiedenheiten erleiden; 1° bekommt sie Stufen mit gleich hohen und gleich breiten Hälsen, so werden die Kanten der Wange gerade seyn; 2° bekommt sie aber (auf dem nämlichen Plane) Stufen mit zwar gleich hohen, aber nicht gleichbreiten Hälsen, so werden die Kanten krumm seyn, etc.

31. Auf Tab. III, Fig. 10 und 11, sey der halbe,

of a part of a cone, one should have an idea of the size and of the surfaces of that ornament which is, however susceptible of a great many varieties, as Frezier shows it, in the II book, chap. 3, two drawings are needfull to proceed to the sketch of that winding (*enroulement*), 1° the horizontal or spiral projection, either single, or double, named *Conoïde*; 2° the unfolding of the vertical surfaces, including the rectification of the curves and the various heights; which is called *Pane*.

28. The delineation of spiral lines is subjected to the general rule of the other usual curves, which is that the meetings or the extreme points of the arcs, must always loose themselves, on the direction of their centers.

The simplest delineation is the one which gives to the revolution of the spiral, only two arcs of circles.

In the practice, Pl. IX, Fig. 2, one has divided $a\,b$, thickness of the string-board in eight parts equal; one of those parts is carried from b to c; this last point being taken for the center, and $c\,a$, for the radius; one has marked out the first half-circle $a\,d\,e$, and $c\,e$ being divided in two parts equal, the middle f, is the center of the second half-circle $e\,g\,c$. To delineate the double spiral, which is the plan of the circumference of the first step : from the first center c, one has let down the perpendicular $c\,h$, on the edge of the step and marked out the arc $h\,i$; e is the center of the second arc $i\,j$.

29. If one desired that the winding of the spiral should be composed with six arcs of circles, Fig. 8 and 9, Pl. II, one should proceed, as it follows, to delineate it.

The horizontal description being made, I mean, the plan of the first steps A, B, C, D, E, F, and of the straight part of the string-board G, one has prolonged indefinitely, the line of the step C, towards c, the extent a b has been carried from b to c; this last point has been taken for the center; and c b and c a, for the radiuses of the arcs b d and a c, having sixty degrees each; one has delineated the radius c e, its part d e has been divided in six parts equal, and d c in four, one of which is d f : f is the center of the arc $e\,g$, having also sixty degrees; marking out the indefinite $f\,r$, and carrying from f to h one of the six parts of $d\,e$; h is the center of $g\,i$; as j is the center of $i\,k$; l center of $k\,m$; and n center of $m\,o$; all those arcs have equally sixty degrees each. Between n and f, one has taken the center of $o\,p$, in such a manner as to arrive in d.

For the double spiral, which, in this example, is the form plane of the first step, one has taken f for the center of the arc $q\,r$; but r is in the direction of the side $f\,h$ of the hexagon; one has also established $f\,s$, equal to the constant $d\,e$, and $s\,r$, has been divided in five parts equal : one of those last parts has given the point t, center of $r\,u$; marking out the *radius* $t\,u$ and carrying from t to v, one of the five parts of $s\,r$; v is the center of $u\,x$; and likewise, y center of x : the arc b is described from the center z', taken in such a manner as to arrive in b.

30. In the steps having a circulary basis, where the horizontal projection of the string-boards, is composed with arcs of circles, the string-boards are called by professional men *rampant* curves. The *rampant* curve is susceptible of many varieties, viz : 1° if it receives steps, whose (*Collets*) are equal in height as well as in breadth, the rectification of its edges shall be straight; 2° if (always on the same plan) it receives steps, whose *Collets* have a same height, but whose breadth is different, the rectification of its edges, shall be curved, etc.

31. Let it be the, Fig. 10 and the 11, Pl. III,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comprise entre les deux demi-cercles A G E, B F D, la projection horizontale d'un limon recevant huit têtes de marche dont les collets sont égaux, ainsi que les hauteurs des pas, dont les traces sont supposées rayonnantes.

Soit a e la rectification de la demi-circonférence A G E (*a*); elle sera divisée en parties égales, en *h, j, l, f, n, p, r, c,* comme l'est la circonférence en H, J, L, G, N, P, R, E. Si l'on élève à chaque point de division une perpendiculaire a *a*, h *c*, j *e*, etc., que l'on fera successivement de 1, 2, 3, 4, etc., hauteurs de pas, en les coupant par des parallèles *a*, a e, *as, et, eu*, etc., et si l'on joint les extrémités de ces perpendiculaires par les lignes *ac, ce, eg*, etc.; chaque triangle *asc, cte, eng*, etc., sera une portion de la surface du ressaut au-dessus d'une marche, et chaque hypothénuse *ac, ce*, etc., sera le développement de la portion du limon rectifié qui appartient à cette marche. Or tous ces triangles ayant même base et même hauteur, sont égaux entre eux; donc toutes leurs hypothénuses sont égales, et également inclinées sur la base; elles forment donc nécessairement une ligne droite, qui est l'hypothénuse du triangle *a r q*.

32. Mais si toujours, sur même plan, Fig. 12 et 13, avec même hauteur constante de pas, et même rectification a e du limon à plan circulaire A G E, ce limon reçoit des têtes de marches dont les collets sont inégaux, et que l'on en construise le développement de la même manière que dans le cas précédent; les triangles *asc, cte, eng*, etc., représentatifs au-dessus de chaque marche, auront tous la même hauteur, mais des bases de grandeur inégale: ainsi, bien loin d'être égaux entre eux, comme dans le premier cas, ils ne seront pas même semblables; et les hypothénuses de chacun seront différemment inclinées sur la base. La suite de ces hypothénuses partielles ne pourra donc pas former une ligne droite, comme dans le cas précédent, mais une courbe à double inflexion de chaque côté de la marche dont le collet sera le plus petit, et qui aura autant de points d'inflexions qu'il se trouvera de systèmes de rétrécissement de collets dans la suite des marches.

33. Les deux ordres de perpendiculaires employées dans ce tracé, forment ce que les géomètres nomment les *coordonnées* du développement du limon. Celles d'un même point ont partout le même rapport entre elles dans le premier cas; ce qui constitue essentiellement une ligne droite: mais dans le deuxième cas, où les unes sont égales entre elles, et les autres inégales, les coordonnées d'un même point sont entre elles dans des rapports différents; propriété caractéristique des lignes courbes, qui sont variables à l'infini, tandis que la droite est unique dans son espèce.

Chacune des deux figures présente aussi le développement du limon intérieur, concentrique à l'extérieur par son plan, dont le tracé doit se faire de la même manière, et manifeste la même propriété.

34. Si la base est une demi-ellipse, ou une demi-ovale, qui est son imitation dans la pratique, Fig. 1, Pl. XXIII, l'une ou l'autre des arêtes sera nécessairement affectée du défaut nommé jarret; les considérations suivantes en démontrent les causes.

En effet, comme dans la pratique on donne toujours la même épaisseur, dans tout son contour, à la description horizontale du limon, quelle que soit la courbe primitive A B C, non circulaire, sa compagne, D E F, équidistante, ne pourra lui être sem-

(*a*) Si l'on suppose neuf hauteurs de marches chacune de 6°, le diamètre A E = 2 pieds, et le diamètre B D = 1 pied 6 pouces, on aura e q = 4 pieds 6 pouces; A G E = $\frac{2\text{ p.} \times 3,1416}{2}$ = 3 pieds 1 pouce 8 lignes. B F D = $\frac{1\text{ p. }6^{\text{u}} \times 3,1416}{2}$ = 2 p. 4° 3 l.

zwischen den beiden Halbzirkeln A G E, B F D, begriffene Kranz, die horizontale Vorstellung einer Wange, in welche acht strahlenförmig angenommene Stufen mit gleichförmigen Hälsen, und gleichhoher Steigung eingesetzt werden.

a e sey die Rectification der halben Circumferenz A G E; (*a*) selbige ist bei *h, j, l, f, n, p, r, c,* in gleiche Theile getheilt worden, was auch mit der Circumferenz bei H, J, L, G, N, P, R, E, geschehen ist. Richtet man bei jedem Theilungspunkte eine Perpendicularlinie a *a*, h *c*, j *e*, etc., auf, welche man nach und nach von der Stufenhöhe 1, 2, 3, 4, etc. zieht, und sie bey *a*, a e, *as, et, eu*, etc. durch Parallellinien durchschneidet, und vereinigt ferner die Enden dieser Perpendicularlinien durch die Linien *ac, ce, eg*, etc., so wird jeder Triangel *asc, cte, eng*, etc., einen Theil von der obern Fläche einer Stufe vorstellen; so wie jede *Hypothenuse ac, ce*, etc., die Vorstellung des rectificirten Wangentheils, welcher zu dieser Stufe gehört, seyn wird. Nun sind aber diese Triangel, welche einerlei Grundfläche und Höhe haben, sich unter einander gleich, folglich sind auch alle ihre *Hypothenusen* sich gleich, und nähern sich gleichmässig der Basis; sie bilden also nothwendiger Weise eine gerade Linie, welche die *Hypothenuse* des Triangels *a r q*, ist.

32. Wenn aber nach Fig. 12 und 13, auf demselben Plane, und bei gleich unveränderlicher Stufenhöhe, und derselben Rectification a, e, der zirkelrunden Wange A, G, E, diese Wange, Stufen mit ungleichen Hälsen bekommt, und man mit der Zeichnung auf dieselbe Weise wie vorstehend, verfährt, so werden die Triangel *asc, cte, eng*, etc., welche die Oberfläche der Stufen vorstellen, zwar sämmtlich die nämliche Höhe, allein Grundflächen von ungleicher Grösse haben; daher sie auch, anstatt wie im ersten Falle unter einander gleich zu seyn, jetzt selbst nicht einmahl ähnlich sind; auch nähern sich ihre *Hypothenusen* der Basis ungleichmässig. Diese fortgesetzten einzelnen *Hypothenusen* bilden daher, nicht wie im vorigen Falle, eine gerade, sondern eine krumme Linie, mit doppelter Biegung auf jeder Seite der Stufe, welche mit dem kürzesten Halse versehen ist; auch erhalten sie eben so viele Inflexionspunkte als es Verkürzungen der Stufenhälse im Laufe der Treppe giebt.

33. Die beiden obbeschriebenen Perpendicularlinien machen die in der Geometrie sogenannten *Coordinaten* der Wangenzeichnung aus. Die aus einem Punkte ausgehenden, stehen nach Massgabe des ersten Falles, überall unter sich in gleichem Verhältnisse, woraus nothwendig eine gerade Linie entsteht; im zweiten Falle aber, wo einige unter sich gleich, und andere ungleich sind, befinden sich die *Coordinaten* des nämlichen Punktes, unter einander in verschiedenem Verhältnisse; solches ist eine eigenthümliche Beschaffenheit der krummen Linien, welche ins Unendliche verändert werden können, während die gerade Linie einzig in ihrer Art ist.

Eine jede von diesen beiden Figuren enthält zugleich auch die Vorstellung der innern Wangenfläche, deren äussere Seite, ihrem Plane nach concentrisch ist; die Zeichnung derselben geschieht auf dieselbe Weise, und enthält die nämliche Beschaffenheit.

34. Bildet die Grundfläche eine halbe Ellipse, oder ein halbes Oval, welches in der Praxis die Nachahmung derselben ist, so muss nach Fig. 1, Tab. XXIII, die eine oder die andere Kante, nothwendig einen fehlerhaften Bug oder Winkel bekommen, dessen Ursachen sich aus folgenden Betrachtungen ergeben.

Da man nämlich der horizontalen Vorstellung der Wange in der Praxis jederzeit dieselbe Dicke, und zwar in ihrem ganzen Umrisse giebt, die krumme, nicht zirkelrunde Grundlinie A, B, C, sey übrigens von welcher Beschaffenheit sie wolle, so wird die

(*a*) Nimmt man neun Stufenhöhen, eine jede zu 6″, an, den Diameter A E = 2 Fuss, und den Diameter B D = 1 Fuss 6 Zoll; so erhält man e q = 4 Fuss 6 Zoll; A G E = $\frac{2' \times 3,1416}{2}$ = 3′ 1″ 8‴: B F D = $\frac{1'\,6'' \times 3,1416}{2}$ = 2′ 4″ 3‴.

the half crown included betwixt the two half-circles A G E, B F D, horizontal projection of a string-board receiving eight heads of steps, whose *collets*, are equal, as well as the heights of the steps, whose delineation is supposed to be half-diametrical.

Let it be a e, rectification of the half-circumference A G E (*a*); it shall be divided in equal parts in *h, j, l, f, n, p, r, e*, as the circumference is itself in H, J, L, G, N, P, R, E; if one raises to every dividing point a perpendicular a *a*, h *c*, j *e*, etc., which one shall compose successively of 1, 2, 3, 4, etc., height of the steps; in cutting them by parallels to *a*, a e, *as, et*, and *eu*, etc.; then joining the extremities of those perpendiculars by the lines *ac, ce, eg*, etc., every triangle *asc, cte, eng*, etc., shall be a part of the pedestal (*socle*) over a step, and every hypotenuse *ac, ce*, etc., shall be the unfolding of the rectified string-board which belongs to that step; consequently, all those triangles having a same basis and a same height, are equal between themselves, consequently their hypotenuses are also equal and equally bent over the basis; therefore, they form necessarily a straight line, which is the hypotenuse of the triangle *a r q*.

32. But if always on the same plan, Fig. 12 and 13, with a same constant height of steps, and a same rectification a e, of the string-board, with a circulary plan A G E; that string-board receives heads of steps; whose (*collets*) are unequal, and, if the unfolding is constructed in the same manner, as in the precedent case; the triangles *asc, cte, eng*, etc., representing the top of every step, shall have a same height, but basis of an unequal size; so, far from being equal among themselves, as in the first case, they shall not even be like, and the hypotenuses of each of them, shall have different inclinations over the basis: therefore, it would be impossible, that the series of those hypotenuses should form a straight line, as in the precedent case; but a curved one, with a double bending on every side of the step, whose (*collet*) shall be the narrowest, and which shall have as many shelving points, as there will be found systems of narrowness of (*collets*) in the series of the steps.

33. The two orders of perpendicular lines employed in that delineation, form what geometers call the coordination (*coordonnées*) of the unfolding of the string-board: those which have a same point, have also, in the first case, a same affinity between themselves; which constitutes essentially a straight line: but, in the second case, where some are equal between themselves, and the others are unequal, the *coordonnées* of a same point, have among themselves, various affinities; a characteristical propriety of curved lines, which vary infinitely, whilst the straight ones never change.

Each one of the two figures presents also, the unfolding of the internal string-board, concentrical with the external one, by its plan, whose delineation must be made in the same way, and manifest a same propriety.

34. If the basis is half-elliptick, or half-oval, which is its imitation in practice, Fig. 1, Pl. XXIII, some of the edges shall necessarily be affected with the defect called, unevenness: the following considerations demonstrate the causes of it.

And indeed, as in practice, we give always the same thickness in all its circumference, to the horizontal description of the string-board: whatever may be the primitive curve A B C, not circular, its companion D E F, equidistant, cannot be similar to it;

(*a*) If one supposes nine heights of steps, each of 6″, the diameter A E = 2 feet, and the diameter B D = 1 foot 6 inches: one shall have e q = 4 feet 6 inches; A G E = $\frac{2\text{ feet} \times 3,1416}{2}$ = 3 feet 1 inch. 8 lin. B F D = $\frac{1\text{ feet }6\text{ inch.} \times 3,1416}{2}$ = 2 feet 4 inch. 3 lin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blable, mais sera nécessairement une courbe irrégulière, que l'on nomme *Epicycloïde*. Ainsi, quelques précautions que l'on prenne pour tracer l'une des hélices sans jarret, ces précautions elles-mêmes amèneront nécessairement des jarrets dans le tracé de l'autre hélice, par la nécessité où l'on est de conserver le niveau entre les deux points qui se correspondent sur la même rayonnante, dans les deux arêtes du limon. (Voyez l'observation à la suite du n° 41, contenant les difficultés de tracer, sans jarret, deux hélices compagnes sur une base circulaire.)

2° La même difficulté est encore plus grande pour les hélices sur plan elliptique ou ovale, parce que le centre du plan, ou l'axe de l'hélicoïde, n'est pas l'axe du rayonnement des arêtes des marches, comme lorsque le plan est circulaire.

3° Si l'on a divisé l'une des arêtes, de manière que les collets soient tous égaux (on choisit ordinairement pour cela l'arête apparente; dans notre Fig. c'est l'intérieure), cette division y produira des cordes égales dans tout le contour; mais les arcs correspondants seront nécessairement inégaux; plus longs vers l'extrémité du grand axe, où la courbe est plus grande; plus courts vers les flancs, où la courbure est moindre; ce qui rend encore impossible que les hélices sur base ovale rampent en même rapport que sur la base circulaire.

4° Les divisions inégales, soit à la surface intérieure, soit à l'extérieure, ou même sur la ligne de giron, par rapport aux têtes ou aux queues, laisseront encore aux limons l'affection des jarrets; parce qu'étant inévitables, aucun procédé ne peut les faire disparaître totalement, mais peut seulement les rendre moins sensibles, en les partageant.

Exemple I.

35. *Courbe rampante* sur plan circulaire, recevant des collets de marches égaux en hauteur, et égaux en largeur, Pl. XI, Fig. 1, 2 et 3.

La description orthographique montre la surface extérieure du limon dans cet exemple; mais nous observons que le choix de l'une ou l'autre surface est considéré comme indifférent dans le tracé de l'ételon; c'est la sorte de matière, ou sa forme brute, qui pourra guider le praticien dans le choix desdites surfaces.

Projection horizontale, ou plan, Fig. 1.

36. Sur le milieu C de la droite A E, on a élevé une perpendiculaire indéfinie vers I, appelée *Axe*; du centre C avec le rayon C B, on a décrit le demi-cercle B L D; et avec le rayon C A, on a décrit l'autre demi-cercle A M E: cette demi-couronne de cercle montre la projection de l'épaisseur de ladite courbe rampante. L'arc D L B a été divisé en huit parties égales; et par les points F, H, J, L, N, P, R, B, on a tracé des lignes rayonnantes, E 1, G 2, I 3, K 4, M 5, O 6, Q 7, S 8, et A 9: ces dernières sont des parties des projections des marches qu'on suppose devoir être assemblées dans la courbe par les points D, E, F, G, H, I, etc.; des droites indéfinies ont été tracées parallèles à l'axe C I.

Projection verticale, Fig. 2.

37. On a tracé perpendiculairement à l'axe C I, et à distances égales, chacune à une hauteur de marche, les droites d e, f g, h i, j k, l, o n, q p, s r, a b. Par les points d, f, h, j, l, n, p, r, b, on a tracé la main, ou avec une règle pliante, l'hélice qui représente l'arête supérieure de la surface concave de la courbe; et par ceux e, g, k, l, o, q, s, a, l'hélice qui représente l'arête supérieure de la surface convexe.

sie begleitende gleichweit abstehende Linie D, E, F, anstatt ihr ähnlich zu seyn, vielmehr eine unregelmässige krumme Linie, *Epicycloïde* genannt, bilden. Wenn man nun auch noch so behutsam zu Werke geht, um eine von den Schraubenlinien ohne fehlerhaften Winkel zu zeichnen, so macht gerade diese Behutsamkeit jene Winkel bei der Zeichnung der andern Schraubenlinie unvermeidlich, und zwar um deswillen, weil man zwischen den beiden Punkten, welche auf derselben strahlenförmige Linie, bei den beiden Wangenkanten auf einander zutreffen, die wagerechte Fläche erhalten muss (die Bemerkung nach n° 41, giebt die Schwierigkeiten an, auf welche man stösst, wenn man auf einer zirkelrunden Grundfläche zwei mit einander laufende Schraubenlinien ohne fehlerhaften Winkel zeichnen will).

2° Diese Schwierigkeit wird noch grösser, wenn man Schraubenlinien auf einem elliptischen oder ovalen Plane zeichnen will; denn der Mittelpunkt des Planes, oder die Axe der Schraubenwindung, ist hier nicht, wie bei einem zirkelrunden Plane, die Axe der strahlenförmigen Stufenkanten.

3° Hat man eine der Kanten dergestalt getheilt, dass sämmtliche Hälse gleichförmig sind (zu welchem Behufe man gewöhnlich die sichtbare Kante wählt; auf unserer Figur ist es die an der innern Seite); so werden aus dieser Theilung gleiche Sehnen auf dem ganzen Umkreise entstehen; die zutreffenden Bogen aber, werden nothwendigerweise ungleich seyn, und zwar länger gegen das Ende der grossen Axe, wo die Biegung grösser ist, und kürzer gegen die Seiten, wo die Biegung nicht so gross ist; weshalb auch aus dieser Ursache die Schraubenlinien auf ovaler Grundfläche nicht in demselben Verhältnisse laufen können, wie die auf einer zirkelrunden Basis.

4° Die ungleichen Theilungen, sie mögen nun auf der innern oder äussern Seite, oder selbst auf der Stufenlinie, wegen den Enden der Stufen, geschehen, werden ebenfalls mit eine Ursache jener fehlerhaften Winkel an den Wangen, und da sie sich einmahl nicht vermeiden lassen, so kann man sie durch Theilungen zwar weniger bemerkbar machen, nie aber wird man sie gänzlich wegschaffen können.

Exempel I.

35. Eine Wange auf zirkelrundem Plane, in welche gleich hohe und gleich breite Stufenhälse eingesetzt werden. Tab. XI, Fig. 1, 2 und 3.

Der Aufriss zeigt in diesem Exempel die äussere Wangenseite; wobei wir jedoch bemerken, dass es bei der Zeichnung der Lehre nichts darauf ankommt, ob man die eine oder die andere Seite zum Gegenstande macht, indem das Material selbst, oder seine rohe Gestalt, den Baumeister zur Wahl der einen oder der andern Seite bestimmen kann.

Horizontale Vorstellung, oder Grundriss, Fig. 1.

36. Auf dem Mittelpunkte C, der geraden Linie A E, ist eine unbestimmte Perpendicularlinie nach I, *Axe* genannt, aufgerichtet worden; vom Mittelpunkte C, ist mit dem Radius C B, der Halbzirkel B L D, und mit dem Radius C A, der andere Halbzirkel A M E, beschrieben worden: dieser halbe Zirkelkranz zeigt die Dicke der gedachten Wange an. Der Bogen D L B, ist in acht gleiche Theile getheilt worden; ferner sind durch die Punkte F, H, J, L, N, P, R, B, die strahlenförmigen Linien E 1, G 2, I 3, K 4, M 5, O 6, Q 7, S 8, und A 9, gezogen worden; diese letztern stellen die Stufentheile vor, welche in die Wange eingesetzt werden sollen. Durch die Punkte D, E, F, G, H, I, etc., sind unbestimmte gerade Linien mit der Axe C I, parallel gezogen worden.

Verticale Vorstellung, Fig. 2.

37. Die geraden Linien d e, f g, h i, j k, l, o n, q p, s r, a b, sind in gleich weiten, die Höhe einer Stufe betragenden Abständen, perpendicular mit der Axe C I, gezogen worden: durch die Punkte d, f, h, j, l, n, p, r, b, ist aus freier Hand, oder mit einem Lineal, welches sich biegen lässt, die Schraubenlinie gezeichnet worden, welche die obere Kante an der concaven Wangenseite vorstellt; so

but must necessarily be an irregular curve named *Epicycloid*. Therefore, whatever precautions be taken to delineate one of the helixes, without unevenness, those precautions themselves, shall necessarily bring unevennesses in the delineation of the other helix, and that, by the necessity in which one is, to keep the level between the two points which correspond on the same radius, in the two edges of the string-board. (See the observation following the n° 41, including the difficulties of delineating without unevenness, two helixes companion, on a circular basis).

2° The same difficulty is still greater for helixes having an elliptick or oval plan, because the center of the plan, or the axis of the helycoid, is not the axis of the diameter of the edges of the steps, as when the plan is circular.

3° If one has divided one of the edges, in such a manner as the (*collets*) be all equal (it is the edge of the internal surface, which is usually choosen): that division shall produce equal radiuses in all the circumference: but the arcs corresponding shall necessarily be unequal; longer towards the extremity of the greatest axis, where the bending is greater; shorter towards the sides where the bending is smaller; which renders yet impossible, the winding of the helixes on an oval bazis, with the same affinities, or equal to the winding of helixes on a circular one.

4° The uneven divisions, either in the internal surface; either in the external one, or even, over the line of circumference, as to the heads or dovetails, shall leave still to the string-boards, the defect called, unevenness; because being inevitable, no management can make them disappear intirely; one may only render them less sensible in dividing them.

Example I.

35. A rampant curve on a circular plan, receiving the (*collets*) of steps, equal in height and breadth, Pl. XI, Fig. 1, 2, and 3.

The orthographical description shows the external surface of the string-board in this example; but we observe, that the choice of one of the two surfaces is considered as immaterial in the delineation of the *ételon;* it is the kind of the matter, or its rough form, which shall guide the professional man, in the choice of those same surfaces.

Horizontal projection, or plan, Fig. 1.

36. On the middle C of the straight line A E, one has raised up an indefinite perpendicular towards I, called axis; from the center C, with the radius C B, one has marked out the semi-circle B L D; and with the radius C A, one has marked out the other semi-circle A M E: that semi-crown of circle shows the projection of the thickness of the above rampant-curve: the arc D L B, has been divided in eight equal parts; and by the points F, H, J, L, N, P, R, B, one has marked out the half-diametrical lines, E 1, G 2, I 3, K 4, M 5, O 6, Q 7, S 8, and A 9. Those last ones, are parts of the projections, of the steps which are supposed to be joined in the curve; by the points D, E, F, G, H, I, etc., indefinite straight lines have been drawn parallels tho the axis C I.

Vertical projection, Fig. 2.

37. One has marked out perpendicular to the axis C I, and at equal distances, each one of them to the height of a step, the straight lines d e, f g, h i, j k, l, o n, q p, s r, a b; each one of them, included between two of the parallels to the above axis: by the points d, f, h, j, l, n, p, r, b; one has delineated, either with a bending rule, or without, the helix which represents the superior edge of the concave surface;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les lignes *de, fg, hi, jk, l, on, qp, sr, ab,* ont pareillement servi à tracer les hélices qui représentent les arêtes inférieures sur les surfaces concaves et convexes de la courbe. Lorsque la matière est taillée selon le contour desdites hélices, elle forme une surface gauche, que Frézier appelle *Plano-Hélicoïde.* (Nous remarquons ici que la hauteur verticale *ee*, a été portée aussi verticalement de g en *g*, de i en *i*, etc. Cette manière d'établir la largeur des courbes, dite pratiquement *par aplomb*, ne peut guère être appliquée qu'à des plans réguliers : nous en donnerons une autre) (61).

Les lignes *AB, DC*, représentent une des faces du volume nécessaire pour exécuter la courbe; lequel volume est un parallélipipède, dont *AD* est la longueur rigoureusement nécessaire, *AB* l'épaisseur : sa largeur doit être égale à C M, de la Fig. 1.

Remarque. Dans la pratique de la coupe des pierres, les châssis en bois, les cartons flexibles, etc., qui servent à tracer les volumes de pierre, sont appelés *Panneaux;* mais les ouvriers qui travaillent les bois, se servent plus communément du nom *Calibre*; et celui qui sert à tracer la courbe rampante, Fig. 5, a reçu le nom de *Calibre rallongé.* Le plan de cet exemple étant un demi-cylindre creux, sa coupe oblique produit deux demi-ellipses semblables, mais non équidistantes : ces courbes étant géométriques, peuvent se tracer d'après les diverses solutions publiées. Un grand nombre de praticiens se contentent d'employer les ordonnées, et procèdent comme il suit.

38. Le parallélipipède ci-dessus, déterminé comme rigoureusement nécessaire pour exécuter le limon, étant supposé en place, simplement équarri, et avant d'être façonné, sur ces faces supérieure et inférieure, perpendiculaires au plan vertical de projection, y ont pour traces *CB*, qui touche vers i, et coupe en B, l'une des hélices qui y sont déjà projetées; et *AD*, qui touche l'autre hélice vers q, et le coupe en d.

CB coupe en a′, b′, d′, e′, etc., les perpendiculaires élevées des points du plan A, B, D, E, etc.; la seconde, *AD*, coupe les mêmes perpendiculaires en 25, 27, *d* 40, etc.

Sur chaque point d'intersection de *CB*, on élève les perpendiculaires indéfinies 15 S′, 14 r′ 15 q′, etc., sur chacune desquelles on porte les ordonnées correspondantes du plan 1 S de 15 en *s*′, 2 R de 14 en r′, 3 Q de 15 en q′, etc. : ce qui donne les points g′, i′, k′, etc., pour la grande demi-ellipse, et f′, h′, j′, etc., pour la petite demi-ellipse, et par lesquels on les trace l'une et l'autre à la main, ou avec une règle ployante.

39. Les praticiens, exercés à cette sorte d'ouvrage, ne font point de calibre rallongé; mais après avoir tracé sur des plumées faites à l'une des surfaces du parallélipipède, comme ici sur la surface *BD*, les parallèles à l'axe, élevées des points de division des deux demi-cercles du plan, les points a′ 15, b′ 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, d′ 24, et c′, sont obtenus, lesquels étant renvoyés quarrément sur la surface que représente la trace *CB*, ils déterminent la longueur de chacune, avec les ordonnées respectives du plan, comme il vient d'être expliqué pour le calibre rallongé; et par ces derniers points, ils tracent à la main, ou avec une règle ployante, les demi-ellipses. Ayant opéré de même avec les points 25, 26, 27, 28, q. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, d, 39 et 40, sur la surface représentée par la trace *AD*, ils taillent le parement creux de la courbe, qui est ici la surface extérieure, selon les petites ellipses;

wie durch die Punkte e, g, k, l, o, q, s, a, die andere Schraubenlinie, welche die obere Kante an der convexen Seite vorstellt, gezeichnet worden ist. Ferner sind durch die Linien *de, fg, hi, jk, l, on, qp, sr, ab,* die Schraubenlinien gezeichnet worden, welche die untern Kanten an den concaven und convexen Seiten der Wange vorstellen. Ist das Baumaterial nach dem Umrisse der gedachten Schraubenlinien bearbeitet worden, so formirt es eine schräge Fläche, welche Frezier *Plano-Helicoïde* nennt. (Wir bemerken hierbei, dass die verticale Höhe e *e*, ebenfalls vertical von g nach *g*, von i nach *i*, etc., geführt worden ist. Diese Verfahrungsart, nach welcher man die Breite der Wangen ausmittelt, und welche in der Praxis die bleirechte genannt wird, ist eigentlich nur in regelmässigen Grundrissen anwendbar : wir wollen zu diesem Behuf eine andere angeben) (61).

Die Linien *AB, DC*, stellen eine von den Flächen des Umfangs vor, welcher zur Ausführung der Wange nöthig ist; dieser Umfang ist ein Parallelipipedum, von welchem *AD*, die unumgänglich nothwendige Länge, und *AB*, die Dicke ausmacht. Die Breite desselben muss mit C M, Fig. 1, übereinstimmen.

Bemerkung. In der Steinhauerkunst heissen die hölzernen Rahmen, und die Pappendeckel, etc., nach welchen der Umfang der Steine bestimmt wird, *Panneaux*; die Arbeiter aber, welche in Holz arbeiten, bedienen sich dafür gewöhnlicher des Kunst-Ausdrucks Lehre; diejenige nach welcher in Fig. 5, die hieher gehörige Wange gezeichnet wird, heisst die verstreckte Lehre. Da der Plan dieses Exempels ein halber hohler Cylinder ist, so entstehen aus seinem schrägen Durchschnitte zwei halbe ähnliche, aber nicht gleichweit abstehende Ellipsen : da diese Bogen geometrisch sind, so können sie nach den verschiedenen gegebenen Auflösungen gezeichnet werden. In der Praxis pflegen viele Baukundige sich bloss der Ordinanten zu bedienen, wobei sie folgendergestalt verfahren.

38. Stellt man sich vor, dass das obgedachte, zur Ausführung der Wange unumgänglich nothwendige Parallelipipedum, bereits an seinem Platze liege, bloss abgeviert, übrigens aber noch ganz ungeformt sey, so erhält seine mit dem verticalen Plane perpendicular laufende obere und untere Seite, sowohl die Linie *CB*, welche gegen i, eine der daselbst bereits angezeigten Schraubenlinien berührt, und solche bei B durchschneidet, als auch die Linie *AD*, welche die andere Schraubenlinie gegen q berührt, und solche bei d durchschneidet.

CB, durchschneidet bei a′, b′, d′, e′, etc., die von den Punkten des Grundrisses A, B, D, E, etc., aufgerichteten Perpendicularlinien. Die zweite Linie *AD*, durchschneidet die nämlichen Perpendicularlinien bei 25, 27, *d*, 40, etc.

In jedem Durchschnitts-Punkte von *CB*, richtet man die unbestimmten Perpendicularlinien 15, S′, 14 r′, 15 q′, etc., auf, und führt auf jede derselben die zutreffenden Ordinanten, und zwar 1 S, von 15 nach *s*′, 2 R von 14 nach r′, 3 Q von 15 nach q′, etc., woraus sich die Punkte g′, i′, k′, etc., für die grosse halbe Ellipse, und f′, h′, j′, etc., für die kleine halbe Ellipse ergeben; beide werden durch diese Punkte aus freier Hand, oder mit einem Lineal, welches sich biegen lässt, gezogen,

39. Diejenigen Baukundigen, welche in Arbeiten dieser Art geübt sind, machen keine verstreckte Lehre, sondern wenn sie auf dem Reissboden, welcher auf eine von den Flächen des Parallelipipedums, wie hier auf der Fläche *BD*, getragen worden ist, die mit der Axe parallel laufenden Linien, welche von den Theilungspunkten der beiden Halbzirkel des Plans aufgerichtet sind, gezeichnet haben, so ergeben sich die Punkte a′ 15, b′ 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, d′ 24 und c′ und nachdem dieselben auf die Fläche welche die Linie *CB*, vorstellt, winkelrecht zurückgeführt worden, so wird die Länge einer jeden durch die respectiven Ordinanten des Grundrisses auf die nämliche Weise bestimmt, wie solches so eben bei der verstreckten Lehre erklärt worden; endlich werden durch diese letzten Punkte die halben Ellipsen, aus freier Hand oder mit dem obgedachten Lineal gezogen. Auf gleiand by those e, g, k, l, o, q, s, a, the helix which represents the superior edge of the convex surface. The lines *de, fg, hi, jk, l, on, qp, sr, ab,* have likewise helped to delineate the helixes which represent the inferior edges, on the concave and convex surfaces of the curve. When the matter is cut according to the circumference of the above helixes, it forms a left surface, which Frezier calls *Plano-Helicoid.* (We remark there, the vertical height e *e*, has been carried also vertically from g to *g*, from i to *i*, etc. That manner of establishing the breadth of curves, called by professional men *perpendicularly*, cannot be applied, but to regular plans : we will just now give an other) (61).

The lines *AB, DC*, represent one of the faces of the necessary size to execute the curve; which size is a parallelipiped, of which *AD*, is the length rigorously needful; *AB*, the thickness : its breadth must be equal to C M, of the Fig. 1.

Remark. In the practice of stone-cutting, the wooden frames, the flexible paste boards, etc., whose use is to form the sizes of the stones, are called *panes* (*Panneaux*); but the artificers who work the timber, employ more commonly, the name of *Calibre*; and what is used to delineate the rampant-curve, Fig. 5, has received the name of (*Calibre rallongé*) or lengthened *etelon.* The plan of that example, being an half hollow cylinder, its oblique cut produces two half ellipsis similar, but not equi-distant. those curves being geometrical may be delineated, according to the various problems which have been published. Great many practisers use only the (*ordonnées*) and proceed as it follows.

38. The above parallelipiped, judged rigorously necessary to execute the string-board, being supposed to be in its place, only squared and before being formed, its superior and inferior faces having a plan of projection perpendicularly vertical, have for delineations, *CB*, which touches towards i, and cuts in B, one of the helixes which were already projected; and *AD*; which touches the other helix, towards q, and cuts it in d.

CB cuts in a′, b′, d′, e′, etc., the perpendiculars raised from the points of the plan A, B, D, E, etc.; the second, *AD*, cuts the same perpendiculars in 25, 27, *d* 40, etc.

On every intersecting point of *CB*, one raises up the indefinite perpendiculars 15 S′, 14, r′, 15 q′, etc., on each of which, one carries the ordered (*ordonnées*) corresponding to the plan, 1 S from 15 to *s*′; 2 R from 14 to r′; 3 Q from 15 to q, etc. : which gives the points g′, i′, k′, etc., for the large half-ellipsis; and f′, h′, j′, etc., for the small half-ellipsis, and by which one delineates them, with, or without the help of a bending rule.

39. Practisers exercised to that kind of work, do not make a lengthened *calibre*; but after having delineated over drawings made to one of the surfaces of the parallelipiped, as there, on the surface *BD*; the parallels to the axis, raised up from the dividing points of the two semi-circles of the plan, give the points a′ 15, b′ 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, d′ 24, and c′, whose squareness being carried over the surface, represented by the delineation *CB*, the length of each one of them is determined by the respective ordered (*ordonnées*) of the plan, as we have just explained it for the lengthened *calibre*; and by those last points, one will delineate the half-ellipsis with or without a bending rule. Practisers operate in the same way, with the points, 25, 26, 27, 28, q, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, d, 39 and 40, over the surface represented by the delineation *AD*, and they cut the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ils taillent aussi celle qui est arrondie ou intérieure, selon les grandes ellipses.

40. Ces opérations achevées, il faut à chacune des surfaces reporter les hélices configurées sur l'ételon, avant de tailler et former la surface supérieure, et celle de plafond. Pour cela, on coupera deux panneaux flexibles et de forme triangulaire, dont les bases seront égales à chacun des demi-cercles du plan, mais rectifié (31); la perpendiculaire de chacun aura une hauteur égale à t a, de la Fig. 2; les hypothénuses serviront à tracer les hélices, les panneaux étant ployés sur les surfaces.

41. Quand les courbes ont une grande longueur, et principalement aux limons de charpente, on procède différemment. Par exemple, sur le parement creux, qui est ici la surface extérieure, on retrace de nouveau les parallèles à l'axe 25, 37; 21, 25; 19, 33, etc., en portant respectivement sur chacune de ces lignes les distances comprises entre la trace *C B*, et chacun des points de passage des hélices, tant supérieure qu'inférieure, qui appartiennent à cette surface, comme d d et d *d*; 25 f et f *f*; 21 h et h *h*; 19 j et j *j*; c l et l *l*; 18 n et n *n*; 16 p et p *p*; 14 r et r *r*; et enfin b *b*. Au moyen de ces points, on peut reporter sur la surface extérieure les hélices vraies qui n'étaient qu'en raccourci sur l'ételon, en employant une règle ployante. Opérant de même après que la surface intérieure est arrondie, on a pareillement les points pour reporter les hélices appartenant à cette surface; on peut donc, après ce tracé achevé, tailler les deux surfaces plano-hélicoïdes.

Observation. Les hélices sans jarret sont difficiles à tracer; il faut donc, dans le report des points de hauteur, y admettre beaucoup de précision; il faut encore de la dextérité, soit qu'on les trace avec une règle ployante, ou autrement.

42. Un seul noyau en bois peut compléter la continuité d'un escalier, même de plusieurs étages, parce que ses fibres, étant disposées verticalement, ne subissent d'autres altérations dans leurs longueurs, que celles des entailles et mortaises, qui reçoivent les têtes et tenons des marches. Les limons ne peuvent avoir la même propriété, puisque leurs fibres sont altérées et même en partie tranchées par le recreusement et l'arrondissement de leurs surfaces extérieures et intérieures; leur continuité, même d'un étage, doit se composer de plusieurs morceaux de courbes, dont les jonctions d'abouts doivent être taillées selon les manières suivantes.

43. Soit Fig. 4, Pl. XI, un plan hémycicle, composé d'une demi-couronne de cercle entre les deux demi cercles A G E et B F D, divisée en deux limons courbes, qui se joignent bout à bout vers F G, et qui sont joints aussi à deux parties de limons droits H I L M et J K D E, en continuité de l'hémicycle; soit aussi Fig. 8 et 10, les limons courbes dessinés comme il vient d'être expliqué, ainsi que leurs calibres rallongés, Fig. 9 et 11.

1° La coupe, Fig. 6, étant entièrement dans le plan du limon droit, les profils des deux têtes de marches a et b ont été suffisants pour obtenir les traces c d et e f des parties des surfaces supérieures et de plafond, où l'on veut que la coupe soit placée.

che Art wird mit den Punkten 25, 26, 27, 28, q, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, d, 39 und 40, auf der durch die Linie *A D*, vorgestellten Fläche verfahren; die äussere Fläche der Wange wird nach den kleinen Ellipsen und die innere, nach den grossen geschnitten.

40. Ist man mit diesen Arbeiten fertig, so müssen die auf dem Reissboden gezeichneten Schraubenlinien auf jede Fläche zurückgeführt werden, und zwar ehe noch die obere und die untere Seite der Wange geschnitten und geformt wird. Zu diesem Behufe schneidet man zwei biegsame triangelförmige Panneaux (Lehren), deren Grundflächen einem jeden von den Halbzirkeln des Plans, welche jedoch rectificirt worden (31), gleich sind; die Perpendicularlinie eines jeden von diesen Halbzirkeln wird eine mit t a, Fig. 2, übereinstimmende Höhe haben; und die Hypothenusen werden zur Zeichnung der Schraubenlinien dienen, da die Panneaux auf die Flächen gebogen sind.

41. Sind die Wangen von beträchtlicher Länge, und ist besonders von Wangen aus Zimmerholz die Rede, so befolgt man eine andere Verfahrungsweise. So zum Beispiele zieht man von neuem auf der äussern Fläche, die mit der Axe parallel laufenden Linien 25, 37; 21, 25; 19, 33 etc., indem man auf jede dieser respectiven Linien die Abstände bringt, welche zwischen der Linie *C B*, und zwischen einem jeden der, den Lauf der Schraubenlinien anzeigenden Punkte, befindlich sind, und zwar sowohl von der obern als auch von der untern Schraubenlinie, welche beide zu dieser Fläche gehören; als d d und d *d*; 25 f und f *f*; 21 h und h *h*; 19 j und j *j*; c l und l *l*; 18 n und n *n*; 16 p und p *p*; 14 r und r *r*; endlich b *b*. Vermittelst dieser Punkte können mit einem Lineal welches sich biegen läst, die wahren Schraubenlinien, welche auf dem Risse bloss verkürzt gezeichnet waren, auf die äussere Fläche zurückgeführt worden. Verfährt man, wenn die innere Fläche ausgerundet worden ist, auf dieselbe Weise, so erhält man gleichfalls die Punkte, um die Schraubenlinien, welche zu dieser Fläche gehören, zurückzuführen: ist sodann diese Zeichnung vollendet, so kann man die beiden Flächen spiralförmig schneiden.

Bemerkung. Die Schraubenlinien lassen sich sehr schwer ohne fehlerhafte Winkel zeichnen: man muss daher bei der Zurückführung der Höhenpunkte, mit vieler Genauigkeit zu Werke gehen; auch erfordert diese Arbeit ausserdem noch viele Geschicklichkeit, es sey nun, dass man die Zeichnung mit dem gedachten Lineal, oder auf andere Art ausführt.

42. Eine ganze Treppe kann in ihrem ununterbrochenem Laufe um eine einzige hölzerne Spindel angelegt werden, wenn auch gleich das Gebäude aus mehreren Stockwerken bestände; denn da die Fasern dieser Spindel vertical laufen, so erleiden sie in ihrer ganzen Länge keine andere Veränderung als Einschnitte und Zapfenlöcher, in welche die Enden und Zapfen der Stufen eingesetzt werden. Mit den Wangen aber hat dies eine andere Bewandniss, denn nicht nur werden ihre Fasern verändert, sondern auch durch Ausholungen und Rundungen, welche mit der äussern und innere Seite vorgenommen werden, zum Theil zerschnitten; weshalb denn eine Wange, selbst bei einem einzigen Stockwerke, aus mehrern Bogenstücken zusammengesetzt werden muss. Die Enden dieser letzten werden nach folgender Verfahrungsart geschnitten.

43. Die 4 Fig. auf der XI Tab. sey ein halbzirkelrunder Grundriss; derselbe besteht aus einem halben Zirkelkranze zwischen den beiden Halbzirkeln A G E und B F D; selbiger ist in zwei gebogene Wangen getheilt, deren Enden sich gegen F G vereinigen, und welche ausserdem noch mit zwei geraden Wangentheilen H I L M und J K D E verbunden werden, wodurch der Lauf des Halbzirkels erhalten wird. Auch seyen die Fig. 8 und 10 die gebogenen, nach der so eben gegebenen Erklärung gezeichneten Wangen, und die Fig. 9 und 11 ihre verstreckten Lehren.

1° Da der Durchschnitt der 6 Fig. gänzlich in dem Plane der geraden Wange enthalten ist, so waren die Profile der beiden Stufenenden a und b, hinreichend, um auf denjenigen Theilen der obern und untern Seite, wo der Schnitt geschehen soll, die

hollow facing of the curve; which is there the external surface, according to the small ellipsis, they cut also the round or internal one, according to the large ellipsis.

40. Those operations being made, it is necessary, at each one of the surfaces, to carry the figurate helixes over the *etelon*, before to cut and form, both the superior surface and that of the cieling: to that effect, one will cut two flexible panes, having a triangular form, whose basis shall be equal to each one of the semi-circles of the rectified plan (31); each perpendicular shall have a height equal to t a, of the Fig. 2; then the panes being bent over the surfaces, the hypothenuses shall be used to delineate the helixes.

41. When the curves are very long, principally to string-boards in timber-work; one proceeds differently: as for instance, over the hollow facing which is there the external surface, one delineates again new parallels to the axis, 25, 37; 21, 25; 19, 33, etc., carrying respectively on each of those lines, the distances included between the delineation C, B, and each point, or passage of the helixes either superior or inferior which belong to that surface as, d d and d *d*; 25 f and f *f*; 21 h and h *h*; 19 j and j *j*; c l and l *l*; 18 n and n *n*; 16 p and p *p*; 14 r and r *r*; and ad last b *b*. By means of those points, one may carry on the external surface, the two helixes which were but an abridgement over the *etelon*, where one had made use of a bending rule. Operating in the same way, after having rounded the internal surface, one has likewise, points given, to carry back the helixes belonging to that surface; one may then, after having performed this delineation, cut the two faces plano-helicoid.

Observation. The helixes without unevenness are difficult to delineate; therefore, it is necessary in the transportation of the points of the height, to bring not only much precision, but yet, some dexterity, either to delineate them with or without a bending rule.

42. A single wooden spindle may complete the continuity of a stair-case, even several stories high, because its fibres being disposed vertically, undergo no other alterations, but those caused by the notches and mortises, which receive the heads and tenons of the steps. String-boards cannot have the same propriety, because their fibres are spoiled, and even cut in some parts by the digging and rounding of their external and internal surfaces: their continuity, even for a single story, must be composed with several curved pieces, whose joinings of abutments must be cut after the following manners.

43. Let it be, Fig. 4, Pl. XI, a plan hemicycle, composed of a semi-crown of a circle, between the two semi-circles A G E and B F D, divided in two curved string-boards, which join themselves, tack'd together, towards F G, and which are joined also to two parts of straight string-boards H I L M and J K D E, in continuity of the hemicycle: let it be likewise, Fig. 8 and 10, the curved string-boards drawed, as we have just explained it, as well as their lengthened *calibres* (sizes), Fig. 9 and 11.

1° The cutting, Fig. 6, being intirely in the plan of the straight string-board; the profiles of the two dove tails of steps a and b have been sufficient, to obtain the delineations c d and e f of the parts of the superior and cieling surfaces, where the cutting

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On tracera dans le milieu de ladite coupe, la droite g h, qui, étant divisée en deux parties égales, donne le point b, par lequel on trace la droite ae perpendiculairement à c d, ou à e f. On trace aussi, par ce même point b, la droite de (en faisant de préférence $db = à\ be$); et pour achever la coupe, on joint ae et cd. Le point c, projeté, a donné en plan la ligne L M; le point d, la ligne O N; celui e, la ligne Q P; et celui a, celle Y Y.

Ainsi les lignes ae, ed, et dc, sont les traces des deux sections goniographiques des surfaces de contact, ou commissure de chaque bout de limon (n° 4, I^re. partie).

Si, a l'extrémité du limon dessiné, Fig. 8, on veut représenter la projection verticale de la coupe, on procédera ainsi : Sur la droite Y Z, on élevera des perpendiculaires par les points M et L : ces lignes couperont en m l, les hélices de la surface de plafond; et la ligne m l sera le joint à cette surface. Élevant de même les points Y, Y′ on aura pareillement la ligne y y′, qui sera la ligne de joint à la surface supérieure. Les points O, N; Q, P, étant de même élevés, donneront les points o, n; q, p; et enfin on aura m o q y y′ p n l, configuration de ladite coupe.

La coupe $f j i h$, Fig. 7, étant aussi entièrement dans la partie d'un limon droit, est donc pareille à celle de la Fig. 6, puisque, dans cet exemple, les deux limons ont même inclinaison. Son tracé sera aussi semblable, ainsi que la configuration du bout du limon, Fig. 10, que donnent les lignes de projection D E, R S, T U, V X. (Voyez ce qui précède.)

44. La coupe, Fig. 5, diffère des précédentes, en ce que dans le plan, Fig. 4, ses lignes de retombée, r, sp, $t q$, $u Z$, sont rayonnantes, et non parallèles, comme à celles des Fig. 6 et 7. Cette sorte de tracé exige que les surfaces de contact soient taillées gauches, puisque la trace de la surface extérieure de la coupe diffère de celle de la surface intérieure; mais ces surfaces gauches sont difficiles à tracer et à couper avec la précision nécessaire à ces commissures, qui sont aussi difficiles à approcher en joints, lors de la mise au levage. Les praticiens feront bien d'éviter cette sorte de coupe, qui n'a d'autre mérite que la difficulté de son exécution, mérite presque toujours rendu inapparent par l'application de la peinture.

Les accessoires à ces coupes, tels que tenons, boulons, etc., seront expliqués dans la description des Planches, qui va suivre.

DESCRIPTION DES PLANCHES.

On voit encore d'anciens escaliers dont les marches sont composées seulement d'une pièce de bois, à-peu-près semblable à l'échantillon que nous appelons membrière, et qui forme la hauteur du pas: dans d'autres, la pièce de bois a moins de hauteur que le pas. La surface supérieure de ladite pièce n'a que trois à quatre pouces de largeur; le surplus du giron est achevé avec des carreaux de terre cuite scellés, et sous lesdites marches et carreaux est un plafond en plâtre. Un bout de la pièce de bois est scellé dans un mur ou dans un pan de bois, et l'autre bout est assemblé dans un limon ou dans un noyau. Cette sorte de construction est abandonnée, et présentement remplacée par celles dont le détail suit :

Linien c d und e f zu erhalten : man zieht sodann in der Mitte des gedachten Durchschnittes die gerade Linie g h, aus welcher sich, da sie in zwei gleiche Theile getheilt ist, der Punkt b ergiebt, durch welchen man die gerade Linie $a e$ perpendicular mit c d, oder mit e f zieht; man zieht auch durch den nämlichen Punkt b, die gerade Linie $d e$ (indem man vorzugsweise $d b = b e$ nimmt), und um den Durchschnitt vollständig zu machen, so vereinigt man $a e$ mit $c d$. Aus dem gezeichneten Punkte c entsteht die Linie L M; aus dem Punkte d, die Linie O N, aus dem Punkte e, die Linie Q P; und endlich aus dem Punkte a, die Linie Y Y′.

Diesem zufolge sind $a e$, $e d$, und $d c$, die Linien der beiden Winkelschnitte an den Berührungsflächen, oder der Vereinigungspunkt, wodurch ein Wangenende mit dem andern verbunden wird. (N° 4, I Theil.)

Will man an dem Ende, der in der 8 Fig. gezeichneten Wange, die verticale Vorstellung des Durchschnittes angeben, so verfährt man auf folgende Weise : Auf der geraden Linie Y Z, richtet man durch die Punkte M und L, Perpendicularlinien auf; diese Linien werden in m l, die Schraubenlinien der untern Fläche durchschneiden; und die Linie m l wird an dieser Fläche der Vereinigungspunkt seyn : und indem man auf dieselbe Weise die Punkte Y, Y′ aufrichtet, so erhält man die Linie y y′, welche der Vereinigungspunkt an der obern Seite ist. Aus den gleichfalls aufgerichteten Punkten O, N; Q, P, entstehen die Punkte o, n; q, p; worauf man endlich m o q y y′ p n l, als Vorstellung des gedachten Durchschnittes erhält.

Da der Durchschnitt $f j i h$, in Fig. 7, ebenfalls in dem Theile einer geraden Wange enthalten ist, so ist folglich derselbe dem in der 6 Fig. enthaltenen gleich, und zwar um deswillen, weil beide Wangen in diesem Exempel die nämliche Neigung haben. Auch wird, gleich der Vorstellung des Wangenendes in Fig. 10, die Zeichnung desselben ähnlich seyn; dieses letztere ergiebt sich aus den Linien D E, R S, T U, V X. (Man sehe was vorstehend hierüber gesagt worden ist.)

44. Der Durchschnitt in der 5 Fig. unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, dass seine Linien r, $s p$; $t q$, $u Z$, in dem in der 4 Fig. enthaltenen Plane, strahlenförmig, und nicht wie in den Fig. 6 und 7, parallel sind : diese Art von Zeichnung macht es nothwendig, dass die Berührungsflächen schräg geschnitten werden müssen, weil die äussere Linie des Durchschnittes von der innern verschieden ist. Es ist aber sehr schwer diese schrägen Flächen mit der bei diesen Verbindungspunkten erforderlichen Genauigkeit zu zeichnen und zu schneiden; auch lassen sich solche bei der Aufrichtung sehr schwer vereinigen; die Baukundigen werden daher wohl thun, wenn sie diese Art Schnitte vermeiden, und zwar um so mehr da ihr grösster Verdienst bloss in der Schwierigkeit der Ausführung besteht, welches Verdienst die bildliche Vorstellung fast jederzeit unbemerkbar macht.

Die zu diesen Schnitten gehörigen Nebenbestandtheile, als z. B. Zapfen, Schrauben, u. s. w., werden in nachstehender Beschreibung der Tabellen erklärt worden.

ERKLÆRUNG DER TABELLEN.

Man trifft noch hin und wieder alte Treppen an, deren Stufen aus einem einzigen Stücke Holz bestehen, welches die Höhe der Steigung ausmacht, und seiner Gestalt nach, der Lehre nicht unähnlich ist : es giebt jedoch auch Treppen, bei welchen dieses Holz nicht völlig so hoch ist als die Steigung. Die obere Seite desselben ist nicht mehr als drei bis vier Zoll breit; die übrige Breite wird mit Backsteinen, und der, unter diesen Steinen und Stufen befindliche Theil, mit Gips ausgefüllt, Das eine Ende dieses Holzes wird in eine Holzwand oder in eine Mauer eingesetzt, das andere Ende aber in die Wange oder Spindel eingelassen. Da dergleichen Treppen aber ausser Gebrauch gekommen sind, so erbaut man gegenwärtig andere, deren Zusammensetzungen nachstehend erklärt werden.

is wished to be adapted : one shall delineate in the middle of the above cutting, the straight line g h, which being divided in two equal parts, gives the point b, by which one delineates the straight ae, perpendicular to c d or to e f. One delineates also by that same point b, the straight de (making rather $db = to\ be$), and to perform the section, one joins ae to cd. The point c, projected, has given in plan the line L M; the point d, the line O N; e, the line Q P; and a, the line Y Y′.

So the lines ae, ed and dc, are the delineations of the two goniographical sections of the surfaces of contact, or commixture of the two extremities of a string-board. (N^r 4 I^st part.)

If, to the extremity of the string-board delineated, Fig. 8, one wishes to represent the vertical projection of the cutting; one shall proceed as it follows : On the straight line Y Z, one shall raise up perpendiculars by the points M and L : those lines shall cut in m l, the helixes of the surface of the cieling; and the line m l will be the point of juncture to that surface : raising up likewise, the points Y, Y′, one shall equally have the line y y′, which shall be the line of juncture, to the superior surface. The points O, N; Q, P, being also raised, shall give the lines o, n; q, p; and at last, one shall have m o q y y′ p n l, configuration of the above cutting.

The section $f j i h$, Fig. 7, being also intirely in a part of a straight string-board, is consequently equal to that of the Fig. 6; since, in this example, the two string-boards have a same inclination : its delineation, shall also be similar, as well as the configuration of the extremity of the string-board, Fig. 10, which is given by the lines of projection D E, R S, T U, V X. (See what precedes.)

44. The cutting, Fig. 5, differs from the precedent ones in that, in the plan, Fig. 4, its lines of declivity r, sp, $t q$, $u Z$, are half-diametrical and not parallel, as those of the Fig. 6 and 7 : that kind of delineation requires, that the surfaces of contact should be cut left; since, the delineation of the external surface of the cutting differs from the internal one : but those left surfaces are difficult to delineate, and to cut with the precision necessary to those commixtures (*commissures*), whose joints are also difficult to approach, when lifted up. Practisers must take care to avoid that kind of cutting, which has no other merit, but the didicuity of its execution, a merit which almost always becomes unseen, by being painted over.

The accessories to those cuttings, such as tenons iron-pins or bolts, etc., shall be explained in the following description of the plates.

DESCRIPTION OF THE PLATES.

One sees old stair-cases, whose steps are composed of a single piece of timber, nearly similar to the pattern, we call *Pannel-square*, (*membrure*), and which forms the height of a step : in some others, the piece of timber is not so high, as the step. The upper surface of the said piece is but three or four inches broad; the overplus of the (*giron*) is filled up with sealed bricks; Under the said steps and bricks is a plastered Cieling; one of the extremities of the piece of timber, is sealed in a wall or in a wooden pane, and the other is joined into a string-board, or in a spindle. That kind of construction is given up now, and is replaced by those whose particulars follow.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PLANCHE I.

45. La pièce de bois, A, Fig. 14, qui forme la marche, a toujours sa surface supérieure assez grande pour compléter le giron; et celle verticale, aussi assez grande pour la hauteur du pas, ou du moins très-approchée (*a*); le dessous est chanlatté, ensuite garni d'un lattis recouvert avec du plâtre. Cette sorte de marche monolithe, appelée pratiquement *Marche massive*, a aussi un bout scellé dans un mur ou dans un pan de bois; et l'autre bout, assemblé dans un limon ou dans un poteau, comme la primitive construction.

46. On fait aussi des marches, Fig. 23 et 24, même planche, qui ont même apparence que les précédentes, scellées et assemblées de même; mais elles sont composées de bouts de planches. Un morceau de planche forme la surface dite de giron, que pratiquement on nomme *marche*; un autre morceau de planche forme la hauteur du pas; celui-ci alors prend le nom de *contre-marche*. La marche est réunie à la contre-marche à rainure et languette: mais il résulte de ce procédé que quand la marche est flexible, elle s'éloigne quelquefois de la languette; et lorsqu'elle en est rapprochée par le poids de la personne qui monte ou qui descend, le frottement occasione un petit bruit que l'on nomme *Cri*. Pour certaines personnes, le cri d'une marche suggère l'idée d'une construction frêle et sans solidité, d'où naît un sentiment de crainte très-fâcheux.

Pour y remédier, il faut fixer la marche à la contre-marche avec des vis, Fig. 25; mais la tête de la vis reste apparente à la surface du giron. La même figure montre aussi qu'il est possible de faire descendre la contre-marche jusque dessous la marche, laquelle y étant fixée avec des vis ou des clous, ne peut produire de cri. Quelques ouvriers ne font point de rainure ni de languette; mais seulement un joint oblique, Fig. 26, qu'ils nomment *Sifflet*. La Fig. 27 est le détail en grand du boulon inapparent qui réunit les deux marches à la contre-marche.

Lorsque les marches n'excèdent pas 2 pieds d'emmarchement, on se contente de planches qui ont 15 ou 18 lignes d'épaisseur pour les marches, et de celles qui ont 1 pouce d'épaisseur pour les contre-marches; mais si l'emmarchement avait 4 pieds ou plus, on devrait préférer pour les marches, des planches de 2° d'épaisseur, qu'on appelle à Paris *Doublette*.

47. Les marches et les contre-marches sont aussi appliquées aux escaliers qui, au lieu de limons, ont des crémaillères, Fig. 15, 16, 17 et 18. On façonne séparément la marche, en aplanissant la surface du giron; on fait la moulure de sa face, celle du contre-profil, et la sorte d'assemblage qui doit la réunir à la contre-marche: et quand on veut réunir la propreté et la précision du travail, on joint en onglet la contre-marche à la partie de l'entaille de la crémaillère qui doit la recevoir. La marche est fixée sur l'autre partie de l'entaille avec des vis à tête fraisée, Fig. 16. La saillie du contre-profil au-delà de l'arête de la contre-marche, est le plus souvent rapportée, et collée avec un goujon, ou avec une petite clef; ce qui évite de faire une entaille dans la crémaillère selon le contour de la moulure, opération difficile à exécuter.

Autre sorte de marche monolithe, Fig. 9 et 10.

48. La même pièce de bois forme le giron, la hauteur de pas, la coupe de recouvrement en tas de charge, et le plafond.

(*a*) Quand il reste un vide de quelques lignes entre deux marches, il est garni d'un solement en plâtre. Ce filet de plâtre est indûment appelé par le maçon *Cottet*.

TABELLE I.

45. Die obere Seite des Holzes A, Fig. 14, welches die Stufe ausmacht, muss den nöthigen Umfang haben, damit die gehörige Stufenbreite heraus kommt; ferner muss die verticale Seite desselben auch hoch genug seyn; damit die Steigung entweder die vollständige Höhe habe, oder doch nur wenig daran fehlt (*a*); die untere Seite wird mit Latten verschalt und vergipst. Diese Art von Monolith oder Blockstufen, in der Praxis *Massive Stufen* genannt, werden ebenfalls mit dem einen Ende in eine Mauer oder eine Holzwand, und mit dem andern Ende in eine Wange oder Pfosten (Spindel), wie im obgedachten Falle eingesetzt.

46. Auf derselben Tabelle sehen wir bei Fig. 23 und 24, eine den vorigen ähnliche Art von Stufen, welche aber aus blossen Breterstücken zusammengesetzt sind. Die Einsetzung ist die nämliche. Ein Bretstück macht die obere Fläche oder den Tritt aus, und ein anderes, welches das Futter oder Setzbret genannt wird, die Steigung; beide werden durch Nuthen und Zungen mit einander verbunden. Geschieht es, dass das obere Bret oder der Tritt nachgiebt, so entsteht daraus die unangenehme Folge, dass solches aus dem Falze geht; wird es nun durch die hinauf oder herabsteigende Person niedergedrückt, so veranlasst die Reibung ein knisterndes Geräusch oder *Quitschen*, aus welchem manche Personen auf Mangel an Festigkeit schliessen, und daher solche Treppen mit Furcht besteigen.

Um dieser Unannehmlichkeit zuvorzukommen, muss man, nach Massgabe der 25 Fig. beide Breter durch Schrauben befestigen, wobei der Schraubenkopf auf der Oberfläche des Trittes sichtbar bleibt. Aus derselben Figur ergiebt sich auch, dass das Setzbret bis unter den Tritt gebracht werden kann; wird es nun daselbst durch Schrauben oder Nägel befestigt, so kann jenes unangenehme Geräusch nicht mehr erfolgen. Anstatt der Nuthen und Zungen machen nach Fig. 26, manche Arbeiter bloss einen schrägen Falz. In der 27 Figur sehen wir die unsichtbare Schraube wodurch zwei Tritte mit einem Setzbret verbunden werden, im Grossen vorgestellt.

Haben die Stufen nicht mehr als 2 Fuss Auftritt, so ist es genug, wenn die Breter zu den Tritten 15 oder 18 Linien Dicke, und die Setzbreter einen Zoll Dicke haben; beträgt der Auftritt aber 4 Fuss oder mehr, so ist es besser, wenn die Breter zu den Tritten 2 Zoll Dicke halten; man nennt solche in Paris *Doubletten*.

47. Die Tritte und Setzbreter werden auch bei denjenigen Treppen angewendet, welche anstatt der Wangen, ausgeschnittene Stegebäume haben, Fig. 15, 16, 17 und 18. Man schneidet jeden Tritt besonders in den Stegebaum ein; man macht das Gesims an der Vorderseite, so wie das der Verkröpfung nebst den zur Zusammensetzung mit dem Setzbrete nöthigen Erfordernissen; und will man bei dieser Arbeit Schönheit mit Genauigkeit verbinden, so setzt man das Setzbret vermittelst eines Falzes in den Stegebaum ein, auf welchen auch der Tritt durch Schrauben mit versenkten Köpfen, Fig. 16, befestigt wird. Das Trittgesims an der Verkröpfung wird oft einzeln daran gesetzt, und mit Nägeln oder Schrauben daran befestigt; dies hat den Vortheil, dass man wegen dieses Gesimses keinen neuen Einschnitt in den Stegebaum zu machen braucht, welches überhaupt auch schwer auszuführen ist.

Eine andere Art von Monolith oder Blockstufen, Fig. 9 und 10.

48. Ein und dasselbe Stück Holz bildet hier die Breite, die Höhe, den Stegebaum und die Treppendecke oder Verschalung. Da diese Art Stufen aber nach den Regeln des Steinschnittes zusammengesetzt sind, so ist kein Stegebaum und Verschalung nöthig.

(*a*) Bleibt zwischen zwei Stufen ein leerer Raum von einigen Linien übrig, so wird solcher mit einer Schicht Gips ausgefüllt.

PLATE I.

45. The piece of timber, A, Fig. 14, which forms the step, has always its upper surface, large enough, to complete the *giron*, and its vertical one, also, large enough for the height of the step, or at least, very near: (*a*) the under part is lathed, then trimmed with a new lathing, covered with plaster. That kind of step (*monolithe*), called in practice massy step; has also, one of its extremities sealed up in a wall, or in a wooden pane; and the other, joined into a string-board, or in a post, as in the primitive construction.

46. One makes steps also, Fig. 23, and 24, same plate, which have a same appearance, as the precedent ones, sealed and joined in the same manner, but composed of pieces of boards: the surface called of *giron*, which in practise, has the name of *step*, is formed by a piece of board; another piece forms the height of the step, which takes then, the name of counter-step: the step is joined to the counter-step, by a plough and a tongue; and when the weight of the person who ascends or comes down, draws them near one another, the rubbing causes a little noise, called *cry*: that cry suggests to some persons, the idea of a frail construction, whence rises a grievous sensation of fear.

To remedy to that, one fixes with screws the step to the counter-step, Fig. 25; but the head of the screw remains apparent on the surface of the giron: the same figure shows likewise, that, it is possible to bring down the counter-step, even under the very step, to which one fastens it with screws or nails, so that it may not produce the least noise. Some workmen make no ploughs, nor tongues, but a single oblique joining Fig. 26, which they call (*sifflet*). The Fig. 27. Is the configuration of the bolt unseen which joins the two steps, to the counter step.

When the steps do not exceed two feet of (*emmarchement*), boards, fifteen or eighteen lines thick, are sufficiently large for them; an inch is the size required for the counter-steps; but if the *emmarchement* was four feet or more, broad, one ought to prefer for the steps, those boards, two inches thick, called in Paris (*doublette*).

47. The steps and counter-steps are also applied to stair-cases which have racks (*crémaillères*) instead of string-boards, Fig. 15, 16, 17 and 18: one works separately the step, in levelling the surface of the giron, one makes the mouldings of its front, of its counter-profile and the kind of assemblage, which is to join it to the counter-step; and when, one desires to reunite the cleanness to the precision of the work; one joins in an angular way, (*en onglet*) the counter-step, to the part of the notch of the rack (*crémaillère*), which is to receive it: the step is fixed on the other part of the notch, with screws, Fig. 16. The jutty of the counter-profile beyond the edge of the counter-step, is the oftener adapted and stuck with a peg or with a small key; which renders useless, a notch in the rack (*crémaillère*) according to the periphery of the moulding, an operation difficult to execute.

Other kind of (monolithe) *steps, Fig. 9 and 10.*

48. The same piece of timber forms the *giron* (*the middle of the step*) the height of the step, the section fit, for the wrapping over with plaster, (*en tas de charge*) and the cieling.

(*a*) When there is a void space a few lines broad, between two steps; one fills it up with plaster: that ridge of plaster is called improperly (*Cottet*) by masons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand les marches seront droites, et auront toutes leurs arêtes parallèles, un seul panneau, *a b c d e f*, suffira pour les façonner : nous remarquerons seulement que la ligne de coupe c d, doit être perpendiculaire à la tangente au cordon des marches. Dans ce cas, le plafond est une surface plane ; chaque couple de marches est réuni au moyen de deux ou trois clefs dans le joint de plafond. On consolide encore ces marches avec des boulons de longueur suffisante pour serrer deux marches ; mais il faut deux cours de boulons, 11 et 12, Fig. 9.

Remarque. Les Fig. 3, 4, 7, 8 et 9, de la Pl. VII, montrent comment on doit disposer les cours de boulons pour relier alternativement les marches par couples, et composer la continuité de la pression en joints.

Quelquefois on se contente d'appliquer à la surface du plafond, tout près des têtes des marches, des plates-bandes en fer g, h, i, j, Fig. 2 et 6, Pl. VII, lesquelles étant ajustées dans des entailles, et vissées à fleur de bois, retiennent et consolident les marches ensemble. On conçoit que si ces plates-bandes sont bien posées, elles s'opposent aux divers efforts que le temps, les chocs, etc., feront pour opérer la difformation du plafond.

49. Lorsque les marches sont dansantes, c'est-à-dire, plus larges à un bout qu'à l'autre, Fig. 13 et 23, il faut, pour les façonner sur plan droit, deux panneaux, un pour la tête et un pour la queue : mais en les supposant toutefois coupées de longueur sur le plan, le plafond et la feuillure sont alors gauches.

Planche II.

50. La Fig. 1 est une portion droite d'un plan d'escalier composé de marches droites, qui ont des moulures devant et aux têtes du noyau à jour, mais soutenues avec une crémaillère (47). L'élévation, Fig. 2, présente la surface extérieure de la crémaillère et les moulures des têtes des marches ; elle montre aussi le boulon g, qui retient en joint les commissures des deux portions de crémaillère. La Fig. 3 montre la surface intérieure de la crémaillère et les coupes des marches et des contre-marches.

51. Les Fig. 4, 5, 6 et 7 sont pareillement des détails d'une portion d'escalier, mais composées de marches massives (48). La remarque à la suite de ce numéro contient les détails des plates-bandes, qui sont ordinairement arrêtées avec des vis à tête fraisée. Ici, au lieu de vis, Fig. 5, ce sont de petits boulons d'emmarchement, h, h, etc., de grandeur inégale, qui retiennent la plate-bande au plafond des marches ; les têtes i de ces boulons sont rondes et encastrées à fleur dans le giron des marches ; leur pas de vis entre dans la plate-bande, c d, qui fait l'office d'écrou. Ce dessin montre trois boulons qui relient chaque marche à la plate-bande, ce qui présente une solidité parfaite, et le moyen de remplacer un boulon si quelque choc parvenait à le rompre.

52. La Fig. 8 est aussi le plan d'un escalier, mais composé de marches A, B, C, D, E, F, assemblées dans un limon G. Ce limon, ainsi que la Fig. 9, contient le tracé de la volute (voyez le n° 29). L'élévation, Fig. 10, montre la surface extérieure dudit limon ; celle *k*, du patin d'échiffre, son assemblage à tenon et sa coupe de raccordement. La Fig. 11 montre la contre-face, *k*, du patin d'échiffre ; la surface intérieure du limon, *j*, entaillée pour recevoir les têtes des marches et des contre-marches, sa coupe d'about avec deux petits tenons réservés pour l'assemblage à la partie continue, qui est plus elevée, et le boulon d'assemblage, j, en fer.

Remarque. Le boulon d'assemblage, j, au joint du

Sind die Stufen gerade, und ihre sämtlichen Kanten parallel, so ist eine einzige Lehre *a b c d e f* zu ihrer Ausschneidung hinreichend ; und wir bemerken bloss, dass die Schnittlinie c d, mit dem Tangent des Stufengesimses perpendicular gehen muss. In diesem Falle ist die untere Seite (*Plafond*), flach ; ein jedes Paar Stufen wird in die Deckenfuge vermittelst zweier oder dreier Diebel zusammengediebelt. Ausserdem befestigt man diese Stufen noch durch Schrauben 11 und 12, Fig, 9, welche lang genug seyn müssen, um zwei Stufen anzuziehen.

Bemerkung. Die Fig. 3, 4, 7, 8 und 9, Tab. VII, zeigen die Art und Weise wie man die Schrauben in die Tritte einlassen muss, um die Stufen paarweise zu befestigen, und die Einlassung in die Fugen zu bewirken.

Bisweilen legt man an der untern Seite, ganz nahe an den Stufenenden, bloss eiserne Bänder g, h, i, j, Fig. 2 und 6, Tab. VII, an ; da solche in die dazu gemachten Einschnitte eingelegt, und mit Schrauben befestigt werden, so werden die Stufen dadurch zusammen und angehalten. Sind nun diese Bänder gehörig angelegt worden, so verhüten sie nothwendigerweise das Auseinanderweichen der Tritte, welches die Zeit und gewaltsame Erschütterungen verursachen können.

49. Gehen die Stufen gebogen, oder ist mit andern Worten, nach Massgabe der Fig. 13 und 23, das eine Ende derselben breiter als das andere, so bedarf es, um sie auf gradem Plane zu formen, zweier Lehren, die eine zum Halse, und die andere zu dem entgegengesetzten Ende : nimmt man aber dennoch an, als wären sie auf dem Plane der Länge nach geschnitten, so ist sodann die Decke und Trittfuge schief.

Tabelle II.

50. Die 1 Fig. stellt einen geraden Theil eines, aus geraden Stufen zusammengesetzten Treppengrundrisses vor ; an diesen Stufen, welche aufden Stegebaum (47) aufgesetzt werden, befinden sich vor und an der Treppenöffnung Gesimse. Der Aufriss in der 2 Figur stellt die äussere Fläche der Stiege, nebst den Gesimsen an den Stufenenden vor ; wir sehen daselbst auch die Schraube g, durch welche die zwei Theile des Stegebaums zusammengesetzt werden. In der 3 Fig. ist die innere Fläche des Stegebaums nebst den Durchschnitten der Tritt und Setzbreter vorgestellt.

51. Die Fig, 4, 5, 6 und 7 beschreiben einen Treppentheil mit massiven Stufen (48). Die, derselben Nummer beigefügte Bemerkung, enthält noch überdiess die Beschreibung der eisernen Bänder, deren Befestigung gewöhnlich durch Schrauben mit versenkten Köpfen bewirkt wird. In der 5 Fig. sind es nicht Schrauben, sondern die kleinen und ungleich grossen Nägel h, h, etc., welche das eiserne Band an der untern Seite der Stufen festhalten ; die Köpfe derselben i, sind rund, und dem Holze gleich, in die Stufe eingelassen ; das untere Ende geht in das eiserne Band c d hinein, welches hier die Stelle der Schraubenmutter verrichtet. In dieser Zeichnung sind drei Schrauben enthalten, vermittelst welcher eine jedeStufe an das eiserne Band befestigt wird. Dadurch entsteht nicht nur eine genugsame Festigkeit, sondern die Schrauben können auch, wenn sie durch irgend einen Zufall zersprengt würden, leicht wieder ergänzt werden.

52. Die 8 Figur stellt ebenfalls einen Treppen-Grundriss vor ; allein die Stufen A, B, C, D, E, F, aus welchen sie zusammengesetzt ist, sind in eine Wange G eingelassen. Diese Wange enthält zugleich mit die Schnecke, welche wir auch in der 9 Fig. abgebildet sehen (man sehe n° 29). Der Aufriss in der 10 Fig. zeigt die äussere Fläche der Wange ; bei *k* sehen wir die der Grundschwelle, nebst deren Zapfen-Versatzung und Schnitt ; in der 11 Fig. sieht man bei *k* die entgegengesetzte Seite der Grundschwelle, bei *j*, die innere Wangenfläche, in deren Einschnit die Stufenenden eingesetzt werden, ferner den Schnitt am Ende des Wangenstücks, nebst zwei kleinen Zapfen, vermittelst welcher das folgende höhere Wangenstück angesetzt wird, endlich den eisernen Schlussbolzen j.

Bemerkung. Der am Ende des Wangenstückes be-

If the steps are to be straight, and have their edges parrallels, a single pane *a b c d e f* shall be sufficient to form each of them : we will remark only that the line of the section c d, must be perpendicular to the tangent of the moulding of the steps ; in that case, the cieling is a plane surface, and each pair of steps is connected with the joint of the cieling, by means of two or three keys. One consolidates still, those steps, with bolts sufficiently long, to bind two of them; yet, two ranges of bolts are needfull, 11 and 12, Fig. 9.

Remark. The Fig. 3, 4, 7, 8 and 9 of the Pl. VII, show, how one must dispose the ranges of bolts, to bind alternately two steps together, and compose the continuity of those assemblages.

Sometimes one applies only to the surface of the cieling, near the heads of the steps, iron plat-bands g, h, i, j, Fig. 2 and 6, Pl. VII, which being adjusted in notches and screwed close to the wood, strengthen and keep the steps together : it is easy to conceive, that, if those plat-bands are well fitted up, they shall resist to shakings and all what time could do to alter the cieling.

49. When the steps are winding; I mean, when they are larger to their heads, than to their dove tails, Fig. 13 and 23; two panes are needfull, to form them on a straight plan; one for the head, a second, for the dove tail : however, if we suppose them, to be cut in length, on the plan; the ceiling and the groove (feuillure) are left.

Plate II.

50. The Fig. 1 is a straight part of the plan of a stair-case, composed of straight steps, which have mouldings before, and to the upper parts of the open spindle, supported by a rack (47). The elevation, Fig. 2, shows the external surface of the rack, and the mouldings of the heads of the steps; and also the bolt g, which keeps joined together, the commixtures (*commissures*) of the two parts of the rack. The Fig. 3 shows the internal surface of the rack and the sections of the steps and of the counter steps.

51. The Fig. 4, 5, 6 and 7, are likewise, particulars of a part of a stair-case, composed of massy steps (48). The remark following that number, contains the particulars of the plat-bands, which are usually fastened with screws. There, instead of screws, Fig. 5, small bolts of *emmarchement* h, h, etc., of an unequal size fasten the plat-band to the cieling of the steps; the heads i of those bolts, are round and fitted in, close the (*giron*) of the steps; their screw-like part enters the plat-band c d, and fills the plan of a true screw. That draught shows three bolts, fastening each step to the plat-band, which presents a perfect solidity and the means of replacing one of them, if any shaking happened to break it.

52. The Fig. 8 is also the plan of a stair-case, but composed of steps A, B, C, D, E, F, joined in a string-board G. That string-board, as well as the Fig. 9, contains the delineation of the volute. (See the number 29.) The elevation, Fig. 10, shows the external surface of the said string-board; the elevation *k*, shows the external surface of the patten (*d'échiffré*), its assemblage with tenons and its levelling section. The Fig. 11 shows the counter-face *k*, of the patten *d'échiffré;* the internal surface of the string-board *j*, notched to receive the heads of the steps and of the counter-steps, its abutment section with two little tenons reserved for an assemblage to the continual part, which is the highest, and the iron fastening bolt j.

Remark. The iron fastening bolt j, close the joint

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

limon, est fait en tringle de fer; l'un des bouts est percé pour recevoir une clavette simple et une rondelle; l'autre bout est filleté avec un écrou et aussi une rondelle. Pour le placer, on perce un trou de tarière m, dans le limon j : on évide une entaille n, on place dedans une rondelle, on introduit le boulon et la clavette : l'autre limon a pareillement un trou de tarière et une entaille. Quand il est mis dedans, on place la rondelle et l'écrou; mais il faut achever de serrer l'écrou avec le ciseau à froid.

findliche Bolzen j, hat an dem einen Ende eine Oeffnung durch welche eine einfache Schliesse durch, und eine Scheibe angesteckt wird; das andere Ende ist mit einer Schraubenmutter, so wie ebenfalls mit einer Scheibe befestigt. Um denselben einzusetzen, bohrt man mit dem Hohlbohrer ein Loch m, in die Wange j; man macht eine Versatzung n, und wenn solche mit der Scheibe ausgefüttert worden, setzt man den Bolzen nebst der Schliesse ein; an der andern Wange befindet sich ein ähnliches Loch und Versatzung. Ist er eingesetzt, so wird die Scheibe und die Schraubenmutter angelegt; endlich zieht man die Schraubenmutter mit dem Schraubenschlüssel an.

of the string-board, is made with an iron-wire; one of its extremities is pierced through, to receive a simple peg and a female screw (*rondelle*); the other end is fastened with a screw, and a (*rondelle*). To place that screw, one pierces a hole with a wimble m, in the string-board j : one grooves a notch n, one puts in, a female screw and one introduces the bolt and the peg : the other string-board, is likewise wimbled and notched; but, when the female screw is, placed in, and the screw also; it is necessary to finish its close winding, with a cold chisel.

Planche III.

Neuf des figures de cette planche sont précédemment détaillées comme il suit : la Fig. 1, au n° 11; les Fig. 2, 3, 4 et 5 aux n^os^ 12 et 13; les Fig. 6 et 7, au n° 19; les Fig. 8 et 9, au n° 21; les Fig. 10 et 11, au n° 31; et les Fig. 12 et 13, au n° 32.

On a vu (48 et 49) qu'un panneau de tête était suffisant pour tracer les marches qui sont droites en plan; mais qu'il en fallait deux, un de tête et un de queue, pour tracer les marches dansantes.

53. Pour tracer les marches qui sont cintrées ou adoucies en plan, et celles sur plan circulaire, qui sont ordinairement rayonnantes, il en faut un troisième, qui est celui de giron, principalement quand les marches sont en pierre. Les charpentiers, sans faire ce troisième panneau, parviennent au même but par l'opération, Fig. 14 et 15, qu'ils appellent *Simbleauter*, parce qu'ils y procèdent avec le grand compas, et le cordeau fin, nommé simbleau. Sur la marche, D, de l'ételon, Fig. 14, on a pris *e* pour centre, et la distance e d pour rayon, et décrit l'arc d f sur le morceau de bois chanlatté A B C D E F G H destiné à faire ladite marche; on a de même pris à une de ses arêtes, pour centre le point *e*, fait un arc semblable, et porté la corde f d de *f* en *d* : la ligne *e d* est une des coupes d'about de la marche. On a de même, du point d, comme centre, décrit le petit arc c g lequel étant pareillement reporté de *g* en *c* a donné l'autre about *d c*. Du centre f, on a fait un autre arc h i; et de h, un second i j; lesquels étant de même reportés, ont donné le point *j*, et la droite *j c* a été tracée. On a de même tracé les arcs k l m, n a et o b; lesquels, reportés à la Fig. 15, ont donné les points *l*, *m*, *o* et *b*, partie radoucie au décollement de la marche.

Tabelle III.

Neun auf dieser Tabelle befindliche Figuren, sind bereits schon vorstehend erklärt worden; nämlich : Fig. 1, in n° 11; die Fig. 2, 3, 4 und 5, in den n° 12 und 13; die Fig. 6 und 7, in n° 19; die Fig. 8 und 9, in n° 21; die Fig. 10 und 11 in n° 31 und die Fig. 12 und 13, in n° 32.

Wir haben bei n° 48 und 49 gesehen, dass ein Lehre zur Zeichnung der geraden Stufen hinreichend ist; allein zur Zeichnung der schräggehenden Stufen sind zwei erforderlich, nämlich eine zum Halse, und die ondere zum äussern Ende.

53. Sollen geschweifte, oder Wendeltreppenstufen, welche gewöhnlich strahlenförmig sind, gezeichnet werden, so ist auch eine dritte, nämlich die Lehre der Stufenbreite erforderlich, dies ist vorzüglich bei steinernen Stufen der Fall. Die Zimmerleute pflegen von dieser dritten Lehre keinen Gebrauch zu machen, indem sie denselben Zweck vermittelst eines grossen Zirkels und der Reissschnur, Fig. 14 und 15 erreichen. Auf der, auf dem Reissboden gezeichneten Stufe D, Fig. 14, ist *e* zum Mittelpunkte, und der Abstand e d, zum Radius genommen, und der Bogen d f, beschrieben worden : auf dem Stegebaum in welchen die gedachten Tritte A B C D E F G H eingesetzt werden, ist ebenfalls auf der äussern Kante, der Punkt *e* zum Mittelpunkte genommen, und ein ähnlicher Bogen f d von *f* nach *d* gezogen worden : die Linie *e d* ist einer von den Enddurchschnitten der gedachten Stufe. Aus dem, als Mittelpunkt angenommenen Punkte d, ist gleichergestalt der kleine Bogen c g beschrieben worden; und da derselbe ebenfalls von *g* noch *c* zurückgeführt worden ist, so hat er das andere Ende *d c* gegeben. Vom Mittelpunkte f, ist ein anderer Bogen h i, und von h, ein zweiter i j, beschrieben worden; und da solche ebenfalls zurückgeführt worden sind, so haben sie den Punkt *j* gegeben, und die gerade Linie *j c* ist gezeichnet worden. Auch hat man gleichergestalt die Bogen k l m, n a und o b gezeichnet; da selbige in Fig. 15 ebenfalls aufgetragen worden sind, so haben sie die Punkte *l*, *m*, *o* und *b* gegeben, wornach die Tritte ausgeschnitten werden, und ihre gehörige Form erhalten.

Plate III.

Nine figures of this plate are formerly detailed as it follows : The Fig. 1, to the n^r^ 11; the Fig. 2, 3, 4 and 5, to the n^rs^ 12 and 13; the Fig. 6 and 7, to the n^r^ 19; the Fig. 8 and 9, to the n^r^ 21; the Fig. 10 and 11, to the n^r^ 31; and the Fig. 12 and 13, to the n^r^ 32.

One has seen (48 and 49), that a single pane was sufficient to delineate steps, whose plan is straight; but that two, one for the beginning, the other for the dove-tail, were needful to delineate winding steps.

53. To delineate steps arched on their plans (*arched or smoothed*) and those, usually half-diametrical, which have a circulary one, want a third pane to the line of the middle of the step (*giron*); principally, when the steps are made with stones. Carpenters, without making that third pane, reach the same aim, by the operation, Fig. 14 and 15, which they call (*simbleauter*), because they proceed to it with the large compasses, and a thin line, called (*simbleau*). On the step D of the *ételon*, Fig. 14, one has taken *e* for the center, the distance e d for a radius, and one has described the arc d f; on the lathed piece of timber, A B C D E F G H, designed for the making of the said step; one has likewise taken to one of its edges, the point *e* for the center; one has made a similar arc, and carried the line f d from *f* to *d* : the line *e d* is one of the sections of abutment of the step : one has likewise described, from the point d, as center, the small arc c g, which being also carried from *g* to *c*, has given the other abutment *d c* : from the center f, one has described another arc h i; and from h, a second i j; which being also carried back, have given the point *j*; then the line *j c* has been marked out : one has also, delineated the arcs k l m, n a and o b; which, carried back to the Fig. 15, have given the points, *l*, *m*, *o* and *b*, a part arched, to the *decollement* of the step.

54. Lorsque les marches sont sur plan circulaire, et que le noyau à jour est aussi circulaire, Fig. 16, 17 et 18, leur surface de plafond est *plano-hélicoïde;* c'est-à-dire que toutes droites horizontales touchent exactement cette surface : mais si elle est coupée par des plans droits ou des surfaces cylindriques, les lignes en seront courbes. On applique à ces marches des plates-bandes et des boutons en fer, comme à celles précédemment détaillées.

Puisque le noyau à jour est cylindrique, et que la cage est aussi cylindrique, le plafond est terminé par deux arêtes qui sont des hélices; vu que tous les points de chacune sont à égale distance de l'axe : mais leur inclinaison est différente; c'est-à-dire que celle qui est la plus voisine de l'axe est la moins inclinée sur l'horizon.

55. Dans la pratique, on a coutume de marquer rayonnante la retombée du cordon des marches sur l'ételon; en sorte que chaque giron sur ce plan forme un secteur qui a pour centre un point de l'axe : alors les projections horizontales de ces objets sont des rayons et des arcs de cercle. On marque aussi parallèle à la ligne D B, retombée du cordon, celle

54. Bilden die Stufen einen zirkelrunden Plan, und ist die Treppenöffnung ebenfalls auch zirkelrund, Fig. 16, 17 und 18, so ist die untere Fläche (*Plafond*) dieser Stufen spiralförmig; das heisst, alle horizontale gerade Linien berühren genau diese Fläche: durchschneidet solche aber gerade Pläne, oder cylindrische Flächen, so werden die Linien derselben gebogen seyn. Diese Stufen werden wie die vorigen, mit eisernen Bändern und Schrauben befestigt.

Da sowohl die Treppenöffnung, als auch das Treppenhaus cylindrisch ist, so schliesst sich die untere Fläche (*Plafond*) mit zwei spiralförmigen Kanten; weil sämmtliche Punkte von jeder Kante, in gleichem Abstande von der Axe sind : ihre Neigung ist aber verschieden, indem diejenige, welche die nächste an der Axe ist, am wenigsten gegen den Horizont geneigt ist.

55. Man pflegt in der Praxis die Linien des Stufengesimses strahlenförmig auf dem Reissboden zu zeichnen, so dass auf diesem Plane jede Stufenbreite einen Ausschnitt bekommt, welcher einen Axenpunkt zum Mittelpunkte erhält; die horizontalen Vorstellungen dieser Gegenstände werden dann Radii und Zirkelbogen. Man zeichnet auch parallel mit der Ge-

54. When the steps are on a circular plan, and when the open spindle is also circular, Fig. 16, 17 and 18, the surface of their cieling is *plano-helicoïd*; that is to say, that all the straight horizontal lines, touch exactly that surface : but if it is cut by straight plans or cylindrical surfaces, the lines shall be curved. One applies to those steps, iron plat-bands and bolts, as to the precedent ones.

Since the open spindle is cylindrical, as well as the *cage*, the cieling is bounded by two edges or helixes; considering that all the points of each one, are at an equal distance from the axis; but their inclination is different, that is to say, that the closest to the axis, is the less inclined on the horizon.

55. In practice, one marks usually, half diametrical the arched falling line (*retombée*) of the moulding of the steps, over the *ételon*; so that each *giron* on that plan, forms a sector which has, for its center, a point of the axis : then the horizontal projections of those objects, are radiuses, and arcs of circles. One marks likewise; parallel to the line

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a c, du pas, et celle b d, qui indique la surface nommée recouvrement. Les commissures obliques de cette dernière surface à celle de plafond, sont de même établies parallèlement, pour éviter le gauche que leur donnerait la direction rayonnante. Cette méthode ne peut convenir que dans le cas où les marches sont assemblées dans un limon dont la surface inférieure forme un champ en relief sur le plafond; ce qui tranche la direction du joint de plafond, qui n'est pas rayonnante.

56. Les *escaliers imprévus*, qui ont été exécutés depuis quelques années dans des maisons de commerce, ont un caractère de hardiesse et d'élégance qui les fait remarquer, et même regarder comme objet d'ameublement. On en voit dont toutes les marches sont isolées, et ne paraissent portées que par la première marche, qui repose sur le sol, et contre-buttées par la dernière marche, qui est appliquée dans l'épaisseur du plancher : les marches sont ornées de moulures contre-profilées aux deux bouts, et retours de contre-profils avec coupe de recouvrement, on joint en lit, et contre-coupe en tas-de-charge, à l'instar des marches en pierre ; mais on veut que chacun de ces derniers joints soit aussi perpendiculaire à la surface du plafond, ce qui alors donne à chaque bout des inclinaisons différentes, et produit nécessairement un joint gauche, dont aucune des arêtes n'est rayonnante. Nous avons été à même de voir les leçons d'architecture pratique de M. Crussière, et nous en avons extrait ce qui suit :

« Un escalier cylindrique primitivement d'une » seule pièce, et qui aurait été décomposé par mar- » ches, exigerait une précision rigoureuse dans l'exé- » cution pour avoir de la stabilité; parce que les » marches ne seraient que juxta-posées l'une à l'autre, » et que le plan de jonction de deux marches n'oppo- » serait aucun obstacle à la tendance que le moindre » défaut d'exécution imprimerait à l'une des marches » pour se déplacer. Ainsi, la prudence ordonne d'o- » pérer la juxta-position de deux marches, non par » un plan unique, ou coupe simple, mais par un plan » double, ou feuillure; et les mêmes raisons qui ont » été ci-dessus exposées, exigent que chacun des » deux plans qui composent la feuillure, soit perpen- » diculaire à la face qui lui est contiguë : en sorte » que l'une de ces faces doit être plane, et en conti- » nuation du giron; et l'autre, gauche, perpendicu- » lairement à la surface plano-hélicoïde.

» L'escalier que nous venons de considérer, et » que l'on peut appeler complet dans ce genre, ren- » ferme tous ceux qui auraient même axe, et un » noyau à jour plus ou moins grand : chacun de » ceux-ci ne serait qu'une portion plus ou moins » grande de la partie extérieure de celui-là. C'est » donc sur les mêmes principes que tous doivent » être constraits; et leur perfection doit être de res- » sembler, dans ce qu'ils sont, à la portion qu'ils » représentent de l'escalier complet.

» Ainsi, l'on doit regarder comme principes sur » les escaliers circulaires sans limons, à marches » monolythes avec un noyau à jour, 1° que les arêtes, » tant saillante que rentrante, doivent être rigou- » reusement rayonnantes à l'axe ; 2° qu'en quelque » point que l'on présente une horizontale au plafond » hélicoïde, elle s'y applique exactement, et passe à » l'axe ; 3° que les deux faces de la feuillure soient » deux triangles, l'un plan, l'autre gauche, ayant » aussi leur sommet à l'axe ; 4° que l'arête de la feuil- » lure soit encore une ligne rayonnante dans le pro- » longement du giron ; 5° que la trace inférieure du » joint, qui doit aussi aboutir au même point de l'axe » que les autres droites rayonnantes ci-dessus, ne » peut être ni droite, ni horizontale, mais doit être » courbe et inclinée.

simslinie D B, die Linie a c, welche die Breite des Trittes vorstellt, und die Linie b d; diese leztere bezeichnet die Bedeckung. Die Vereinigungspunkte dieser letzten Fläche, welche mit der untern Seite (*Plafond*) schräg laufen, sind ebenfalls parallel gezogen, wodurch die schiefe Gestalt welche ihnen die strahlenförmige Richtung mittheilen würde, vermieden wird. Diese Zusammensetzung kann jedoch nur dann zur Anwendung kommen, wenn die Stufen in eine Wange eingelassen sind, deren untere Seite über die Trittlinie hervorragt, wodurch die nicht strahlenförmige Richtung der Deckenfuge, ausgeglichen wird.

56. Seit einigen Jahren sind in mehrern Handlungshäusern, später nöthig gewordene Treppen (*Escaliers imprévus*) erbaut worden, welche sich durch ihre kühne Ausführung, und durch ihre gefällige äussere Gestalt, sehr vortheilhaft auszeichnen, und selbst als ein geschmackvolles Hausgeräth betrachtet werden können. Bei einigen sind die sämmtlichen Stufen einzeln und ohne Zusammenhang mit den übrigen angebracht : es scheint, als ob sie bloss von der, auf dem Boden ruhenden ersten Stufe getragen würden, und sich an die letzte, oben im Gebälke anlehnten. Die Stufen sind mit verkröpften Gesimsen an beiden Enden verziert, die Verkröpfung bis an den Grund der Stiege zurückgeführt, und die Stufen nach dem Fugenschnitt geschnitten worden; man verlangt aber, dass jede der Fugenschnittlinie mit der Fläche der Treppendecke ebenfalls parallel sey, wodurch alsdann ein jedes Ende verschiedene Neigungen erhält, und woraus nothwendigerweise eine schiefe Fuge, ohne strahlenförmige Kanten entsteht. Wir fügen bei dieser Gelegenheit einen Auszug aus den Vorlesungen des Herrn Crussière über die praktische Baukunst bei.

« Eine cylindrische, aus einem einzigen Stücke, » und aus einzelnen unter einander verbundenen Stu- » fen bestehende Treppe, muss, wenn sie die gehörige » Festigkeit haben soll, mit der sorgfältigsten Ge- » nauigkeit ausgeführt werden, indem die Stufen der- » selben bloss eine auf die andere aufgesetzt sind, und » die Verbindung zweier Stufen das Auseinanderwei- » chen, welches eine fehlerhafte Zusammensetzung » sehr leicht veranlassen würde, nicht hindert. Die- » sem zufolge gebietet die Vorsicht, dass man das » Aufsetzen zweier Stufen nicht durch einen einfachen » Plan, oder Schnitt, sondern durch einen doppel- » ten, oder durch einen Falz bewirke; auch muss aus » der angeführten Ursache, eine jede der beiden » Flächen, aus denen der Falz besteht, mit der an » denselben stossenden Fläche perpendicular seyn, » und zwar dergestalt, dass die eine derselben flach, » und mit der Stufenbreite fortlaufend, die andere » aber schief, und mit der spiralförmigen Fläche per- » pendicular sey,

» Diese von uns beschriebene Treppe, welche man » eine vollständige dieser Art nennen kann, begreift » alle diejenigen in sich, welche dieselbe Axe, und » eine mehr oder minder grosse Treppenöffnung ha- » ben. Eine jede von diesen letzten Treppen würde » daher nichts weiter als einen mehr oder minder » grossen Bestandtheil von dem äussern Theile der » ersten ausmachen. Es ist daher nothwendig, dass » alle nach denselben Grundsätzen erbaut werden; » und je mehr sie, ihrem Wesen nach, demjenigen » Theile der vollständigen Treppe, den sie vorstellen, » gleichen, desto vollkommener werden sie seyn.

» Diesem zufolge muss man über die zirkelrunden, » mit einer Oeffnung versehenen, wangenlosen Trep- » pen, deren Stufen aus einem ganzen Stücke be- » stehen, folgende Grundsätze aufstellen : 1° dass so- » wohl die hervorspringenden, als eingehenden Kan- » ten, mit der Axe schlechterdings strahlenförmig » laufen; 2° dass wenn man an der spiralförmigen » Treppendecke eine horizontale Linie, auf welchem » Punkte es auch sey, darstellt, solche sich daselbst » genau anlegt, und bis zur Axe läuft; 3° dass die » beiden Flächen des Falzes zwei Triangel bilden, ei- » nen flachen, und einen schiefen, deren Spitze » ebenfalls gegen die Axe gerichtet ist; 4° dass die » Kante des Falzes mit dem Laufe der Stufenbreite » ebenfalls eine strahlenförmige Linie bilde; 5° dass » die untere Linie der Fuge, welche gleich den an- » dern strahlenförmigen Linien, auf den nämlichen

D B (*retombée*) of the moulding, the line a c of the step, and the line b d, which indicates the surface called (*recouvrement*) *wrapping over*. The oblique commixtures (*commissures*) of that last surface, to the one of the cieling, are also established parallel, to avoid the left appearance which the half-diametrical direction would give them. That method is convenient merely in that case, where the steps are joined in a string-board, whose inferior surface forms an imbossed part over the cieling; which cuts off the direction of the joint of the cieling, which is not half-diametrical.

56. *The unforeseen stair-cases*, which have been executed a few years ago, in some trading-houses, have a character of boldness and good taste, which commands the attention and indeed, they appear rather, as an object of furniture.

One sees some, whose steps are quite separated one from the other and do not appear supported, but by the first one, which lays on the ground and fastened by the last step, which is applied in the thickness of the floor : the steps, are adorned with mouldings counter-profiled to their two ends, and declines of the counter-profiles with the cutting for the wrapping over, one joins in counter section for the laping up with plaster (*en tas de charge*), like the steps made with stones : but one desires, every one of those last joints, to be also perpendicular to the surface of the cieling; which gives then a different inclination to every extremity and produces necessarily a left-joint, which has not a single edge half-diametrical. Having seen M. Crussiere's lessons of architecture in practice, we have extracted what follows :

« A cylindrical stair-case, formerly composed of » a single piece, and which would have been divided » in steps, would require a rigorous precision in its » execution, to have some stability; because the steps, » should be merely *contiguous* or juxta-set one to » another, and that, the joining plan of two steps, » would oppose no obstacles to the tendency, to a » displacing, which the least defect in the execution » would stamp to one of the steps : therefore, pru- » dence commands to operate the juxta-position of » two steps, not by a single plan or a plain section; » but by a double plan, or groove (*feuillure*). The » same reasons which have been exposed above; re- » quire each of the two plans which compose the » groove (*feuillure*) to be perpendicular, to its con- » tiguous face : so that one of its faces, is to be plane » and a continuation of the circumference (*giron*); » and the other, left, perpendicular to the surface » plano-helicoid.

» The stair-case, which we have just considered » and which may be called, complete in its kind, » comprehends all those which have a same axis, and » a smaller or a larger open-spindle : every one of » those would be merely a smaller or a larger part » of the external part of the first. Therefore, they » must be constructed, all, on the same principles » and, to be perfect, resemble, in what they are, the » part of the complete stair-case, they represent.

» So, one must look as principles, upon circulary » stair-cases, without string-boards, having mono- » lythe steps with an open spindle; 1° that the edges, » either jutting out or coming in, must be rigorously » half-diametrical to the axis; 2° that, an horizontal » line presented to the helicoid cieling, in any point » whatever, must adapt itself to it, and pass to the » axis; 3° that the two faces of the groove, be two » triangles, one plane, the other left, having also their » summit to the axis; 4° that the edge of the groove » be also a radius in the prolonging of the *giron*; » 5° that the inferior delineation of the joint, which » is also to end to the same point of the axis, as well » as the above straight half-diametrical lines, cannot » be nor straight, nor horizontal, but curved and » inclined.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» Il n'a pas été question jusqu'ici de la moulure » dont on orne l'arête supérieure de chacune des » marches parce que ce n'est qu'un accessoire qui » doit être subordonné au reste. La retombée de la » moulure dans le plan est la seule ligne qui ne soit » pas rigoureusement rayonnante, puisqu'elle doit être » parallèle à l'arête de la marche. Mais il s'ensuit » que toutes les retombées des moulures doivent être » tangentes à un cercle concentrique au plan de l'es- » calier, et ayant pour rayon la saillie de la moulure. » Dans l'escalier complet, la moulure régnera tout » le long de l'arête de face, sera terminée au noyau, » et aura, à l'extérieur de l'escalier, un retour ter- » miné aussi par un contre-profil partant de la coupe ; » c'est-à-dire, de l'intersection des traces extérieures » des deux faces qui forment la feuillure. Dans les » escaliers avec noyau à jour, la moulure aura aussi, » à l'intérieur, un retour terminé par un contre-profil » régulier, et partant aussi de la trace oblique de la » feuillure.

» Comme les surfaces gauches sont très-difficiles à » exécuter avec précision, Frézier conseille de faire » plane, la joue de la feuillure qui devait être gauche ; » mais il n'indique pas le moyen de faire disparaître » le gauche. Il paraîtrait que le moyen le plus avan- » tageux serait de prendre pour coupe commune aux » deux extrémités de la feuillure, la direction d'une » ligne qui partagerait en deux parties égales l'angle » formé par les tangentes aux deux hélices extrêmes » de l'escalier. »

Planche IV.

Les Fig. 1, 2, 3 et 4, montrent le plan, l'élévation et les détails d'un sabot adhérent à la marche palière, mais avec une coupe simple. Voyez, pour les détails du tracé, les Fig. 16, 17, 18 et 19, même planche. Nous renvoyons aux mêmes figures pour les 5^e^, 6^e^, 7^e^ et 8^e^, qui diffèrent seulement en ce que la marche palière reçoit deux limons qui sont concourants. La Fig. 9 est aussi le plan d'une marche palière G ; mais le sabot H y est rapporté et arrêté avec deux boulons a, b; la Fig. 10 est l'élévation de ladite marche et du limon. Les Fig. 11, 12 et 13, sont des sections verticales qui montrent le reste des détails de construction.

57. La Fig. 14 est le plan d'une grande marche palière d'un escalier, à base quarrée ; noyau à jour aussi quarré, mais avec ses angles radoucis, et coupe de raccordement dans lesdits radoucis. L'élévation, Fig. 15, montre la partie horizontale du limon, en continuité des deux étages ; mais cette partie est une réserve faite en façonnant ladite marche palière. Les Fig. 16 et 17 en sont des sections suffisamment indiquées par le dessin. La Fig. 18 contient le tracé des commissures du limon inférieur et de celles de la marche palière près de l'endroit où l'inflexion du rampant du limon se raccorde avec celle du limon horizontal ; cette coupe a été tracée de la manière suivante. On a pris pour centre le sommet a, et porté sur les côtés de l'angle deux longueurs égales ab, ac; les points b et c, pris pour centres, ont encore donné le point sécant d ; la droite ad divise en deux parties égales l'angle eab ; et c'est sur cette droite qu'ont été pris les centres des arcs de raccordement, tels que e pour l'arc gh, et f pour l'arc ij. Pour tracer la coupe $klmn$, voyez les n^os^ 43 et 44. On a procédé de même pour le tracé de la Fig. 19 ; mais les deux arcs g h, i j, y sont concentriques.

Remarque. Ce dernier tracé conserve au limon sa

» Axenpunkt zulaufen muss, weder gerade, noch ho- » rizontal, sondern gebogen und abwärts geneigt seyn » muss.

» Wir haben um deswillen von dem Gesimse, wo- » mit man die obere Kante der Stufen zu verzieren » pflegt, nicht gesprochen, weil dasselbe als ein Ne- » benbestandtheil dem Uebrigen untergeordnet seyn » muss. Die Anzeigungslinie dieses Gesimses ist in » dem Grundrisse die einzige, welche nicht noth- » wendig strahlenförmig zu seyn braucht, da sie mit » der Stufenkante parallel läuft. Hieraus folgt aber, » dass sämmtliche gedachte Gesimslinien einen con- » centrischen Zirkel im Grundrisse der Treppe be- » rühren müssen. Bei der beschriebenen vollständi- » gen Treppe läuft das Gesims längs der Stufenkante » bis auf den Treppengrund, wo es an der äussern » Seite der Treppe eine Fortsetzung erhält, welche » sich ebenfalls mit einer Verkröpfung endigt : diese » letztere geht von dem Punkte aus, wo sich die äus- » sern Linien der beiden Falzflächen durchschneiden. » Bei den mit Oeffnungen versehenen Treppen be- » kommt das Gesims an der innern Seite ebenfalls » eine Fortsetzung, welche sich auch mit einer Ver- » kröpfung endigt, die ebenmässig von der schiefen » Linie des Falzes ausgeht.

» Da es sehr schwer ist, die schiefen Flächen mit » Genauigkeit auszuführen, so räth Frézier, dass » man den Backen des Falzes, welcher eigentlich » schief seyn sollte, flach mache ; er sagt aber nicht » wie man das Schiefe wegbringen könne. Das beste » Mittel hierzu scheint dies zu seyn, dass man zu dem » für beide Enden des Falzes gemeinschaftlichen » Schnitt, die Richtung einer Linie nimmt, welche » den durch die Tangenten an den beiden äussersten » spiralförmigen Trittlinien gebildeten Winkel in zwei » gleiche Theile theilt.

Tabelle IV.

Die Fig. 1, 2, 3 und 4 enthalten den Aufriss und die Vorstellung von einem mit der Ruheplatzstufe verbundenen Wangenstücke, dessen Schnitt aber einfach ist. Die Erklärung der Zeichnung befindet sich in den Fig. 16, 17, 18 und 19, auf derselben Tabelle ; wohin wir auch die Erklärung der 5, 6, 7 und 8 Fig. verweisen, indem diese letztern sich bloss dadurch unterscheiden, dass die Ruheplatzstufe noch zum Theil in die zwei anstossenden Wangen eingesetzt wird Die 9 Fig. zeigt den Grundriss von der Ruheplatzstufe G ; das Wangenstück H aber ist einzeln aufgesetzt, und mit zwei Schrauben a, b, befestigt. In der 10 Fig. ist der Aufriss von dieser Stufe sowohl als von der Wange enthalten. Die Fig. 11, 12 und 13, sind die verticalen Durchschnitte von den übrigen Bestandtheilen.

57. In der 14 Fig. sehen wir den Grundriss von einer grossen Ruheplatzstufe. Die Treppe zu welcher sie gehört, hat eine viereckige Grundfläche, und eine ebenfalls viereckige Oeffnung, deren Winkel aber ausgeglichen worden. Der Aufriss in der 15 Fig. zeigt den durch zwei Stockwerke fortgesetzten horizontalen Theil der Wange ; in welchen aber bloss die gedachte Ruheplatzstufe eingesetzt worden ist. Die Durchschnitte, welche wir davon in der 16 und 17 Fig. sehen, sind schon durch die Zeichnung sattsam erklärt. Die 18 Fig. enthält die Zeichnung der Verbindung an der untern Wange, so wie die der Ruheplatzstufe, und zwar da wo die Biegung der untern Wange mit der Biegung der horizontalen Wange verbunden wird. Dieser Schnitt ist folgendergestalt gezeichnet worden. Zum Mittelpunkt hat man den stumpfen Winkel a angenommen, und die beiden gleichen Längen ab, ac, auf die Seiten des Winkels geführt; die Punkte b und c, welche zu Mittelpunkten genommen worden sind, haben sich bei dem Punkte d durchschnitten : die gerade Linie ad theilt den Winkel eab in zwei gleiche Theile ; auf dieser geraden Linie sind nun die Mittelpunkte der Ausgleichungsbogen genommen worden ; nämlich e zu dem Bogen gh, und f zu dem Bogen ij. Will man den Durchschnitt $klmn$ zeichnen, so sehe man n° 43 und 44. Eine gleiche Verfahrungsweise ist bei der Zeichnung der 19 Figur beobachtet worden ; die beiden Bogen g h, i j, sind daselbst concentrisch.

Bemerkung. Nach dieser letzten Zeichnung be-

» We have not spoken yet of the moulding which » adorns the superior edge of each step, because it » is a mere accessory, which however must be su- » bordinated. The arched fall of the moulding in the » plan is the only line which is not rigorously half- » diametrical, since it must be parallel to the edge of » the step. But it ensues that all the arched falls of » the mouldings must be tangent to a circle concen- » trick to the plan of the stair-case, and having for » radius the jutty of the moulding. In the complete » stair-case, the moulding shall reign along the front- » edge, end to the spindle, and have to the external » part of the stair-case, a decline ended also by a » counter-profile beginning to the cutting ; that is to » say, to the intersection of the two external deli- » neations of the two faces which form the groove. » In stair-cases with open spindles, the moulding » shall have likewise, to the external part, a return » ended by a regular counter-profile, and beginning » also to the oblique delineation of the groove.

» As the left surfaces are difficult to execute with » precision, Frézier advises to make plane, the cheek » of the groove which ought to be left ; but he does » not indicate the means of making the left disap- » pear. It appears that the most advantageous means » are to take for the section common to the two » extremities of the groove, the direction of a line » which should partake in two equal parts the angle » formed by the tangents to the two extreme helixes » of the stair-case. »

Plate IV.

The Fig. 1, 2, 3 and 4, show the plan, the elevation and the details of a (*sabot*) adherent to-the landing step, but with a plain cutting. See, as to the details of the delineation, the Fig. 16, 17, 18 and 19, same plate. We send back to the same figures for the 5^th^, 6^th^, 7^th^ and 8^th^, which differ only in that the landing-step receiving two concurrent string-boards. The Fig. 9 is also the plan of a landing-step G ; but the (*sabot*) H is adapted to it and fastened with two iron-pins a, b ; the Fig. 10 is the elevation of the said step and of the string-board. The Fig. 11, 12 and 13, are vertical sections which show the remainder of the details of the construction.

57. The Fig. 14 is the plan of a large landing-step of a stair-case but with its angles smoothed and its levelling section in them. The elevation, Fig. 15, shows the horizontal part of the string-board, in its continuity of two stories; but that part is a reserve made in forming the said landing-step. The Fig. 16 and 17 are sections of it sufficiently indicated by the drawing. The Fig. 18 includes the delineation of the commixtures of the inferior string-board and of those of the landing-step near the place where the inflection of the rampant part of the string-board, agrees with that of the horizontal string-board : that section has been delineated in the following manner. One has taken for center the summit a, and carried over the sides of the angle, two equal lengths, ab, ac; the points b and c, taken for centers, have also given the secant point d : the straight line ad divides in two equal parts the angle eab; and it is on that straight line that the centers of the levelling arcs have been taken, such as e for the arc gh, and f for the arc ij. To delineate the section $klmn$, see the n^rs^ 43 and 44. One has proceeded in the same manner for the delineation of the Fig. 19; but the two arcs g h, i j, are there concentrical.

Remark. This last delineation conserves to the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

largeur uniforme de bordure, parce que les deux arcs ont un centre unique e ; propriété qui n'a pas lieu dans la Fig. 18, où les deux arcs de raccord ne sont pas concentriques.

Planche V.

On appelle *barlong* un escalier qui a pour base un parallélogramme rectangle ; tel est celui de la Fig. 1re ; mais les limons droits qui forment le noyau à jour, sont raccordés à mi-étage par un noyau, Fig. 4, recreusé et arrondi en arc de cercle, que les praticiens nomment *noyau de tête d'échiffre*. Comme, dans cette figure, le noyau ne contient pas la totalité du demi-cercle, le limon Fig. 5, qui s'y assemble, est *crosse* ; ce limon se raccorde à son autre extrémité avec un sabot, Fig. 7, appliqué à la marche palière. La Fig. 8 représente la partie inférieure du limon qui commence la deuxième révolution, et qui est aussi crosse. La Fig. 6 montre le joint en commissure de ce dernier limon au sabot ; c'est une coupe mixte, c'est-à-dire que moitié est dirigée parallèlement et sans gauche, et l'autre moitié rayonnante, et par conséquent gauche (44). Les Fig. 9 et 10 montrent deux sortes de constructions de marches qui peuvent être employées audit escalier. Il faut tracer la coupe du limon droit, Fig. 2, tracer aussi celle du limon crosse, Fig. 5, et leurs projections dans le plan, avant de marquer l'élévation du noyau, qui se trace ainsi.

58. Sur la droite A B, élevez la perpendiculaire indéfinie C D ; faites la droite E F parallèle à A B ; faites paraître à la hauteur où elles doivent être, les marches 9, 10, 11 et 12 comprises entre la droite A B et sa parallèle E F ; empruntez même la 8e et la 15e, quoiqu'elles soient hors du plan du noyau, parce qu'elles guideront pour achever le tracé des hélices qui représentent les arêtes de la surface supérieure dudit noyau, en procédant (57) pour tracer la coupe qui reçoit l'assemblage du premier limon. Des points extrêmes des lignes de projection *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* et *h*, élevez des perpendiculaires à la ligne A B ; et tracez les horizontales ab, cd, gh, aux hauteurs qui sont indiquées à la coupe du limon Fig. 2 (45). Vous opérerez de même avec les points *i*, *j*, *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, pour tracer l'autre coupe ij, kl, op, en faisant usage des hauteurs de la coupe du limon Fig. 5 (44). Ordinairement on retranche du noyau une partie de sa largeur ; et cette dernière surface se raccorde par une courbure allongée à la surface inférieure du limon.

Planche VI.

Elle contient le plan d'un escalier barlong, mais avec deux paliers de repos A, B, dans les angles à mi-étage. L'élévation fait connaître la disposition des coupes et scellements des deux premières marches C, D qui sont en pierre ; la coupe E, et l'élévation F des paliers de repos ; la coupe de la marche palière G, et l'élévation des limons qui sont ornés de moulures aux arêtes supérieures, et garnis d'une rampe composée de barreaux posés en pointe, et assemblés avec prisonniers par leur partie supérieure au portemain en bandelette. On y a aussi distribué les joints d'appareil. (Assez ordinairement cette imitation de joints est un produit de la peinture.)

Planche VII.

Le n° 4 contient l'explication des Fig. 1 et 5. Pour les Fig. 7 et 9, voyez le n° 5 ; voyez aussi la remarque à la suite du n° 48, pour les Fig. 2, 3, 4, 6, 7, 8 et 9.

hält die Wange ihre einförmige Breite als Treppeneinfassung, und zwar um deswillen, weil die beiden Bogen einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt e haben ; welches in Fig. 18 nicht der Fall war, wo die beiden Verbindungsbogen nicht concentrisch sind.

Tabelle V.

Die Grundfläche der in Fig. 1 vorgestellten Treppe bildet ein rechtwinkeliges Parallelogramm ; allein die geraden Wangen, welche die Oeffnung bilden, werden nach Fig. 4, in der Mitte des Stockwerks in einen halben zirkelrunden Pfosten eingelocht und eingezapft. Da der Pfosten in dieser Figur nicht den ganzen Halbzirkel enthält, so ist die Wange, welche daselbst eingesetzt wird, verkröpft. Das andere Ende dieser Wange wird in das kurze Wangenstück, Fig. 7, eingesetzt : dieses letztere ist mit der Ruheplatzstufe verbunden. Die 8 Fig. zeigt den untern Theil der Wange, mit welchem die zweite Windung anfängt ; derselbe ist ebenfalls verkröpft. Die 6 Fig. beschreibt die Verbindung dieser Wange mit dem kurzen Wangenstück. Der Verbindungspunkt ist ein gemischter Schnitt ; das heisst die Hälfte läuft parallel, und ist also nicht schief, die andere Hälfte aber strahlenförmig, und folglich schräg (44). In der 9 und 10 Fig. sehen wir, dass die Stufen, mit denen die gedachte Treppe zusammengesetzt werden kann, auf zweierlei Art ausgeführt werden können. Man zeichnet auf dem Grundrisse den Durchschnitt der geraden Wange, Fig. 2, so wie in Fig. 3, die Verbindung des Stegepfostens mit der Wange Fig. 5, nebst ihren Ansichten, und zwar noch ehe man den Aufriss des Pfostens zeichnet, welches folgendergestalt geschieht.

58. Man richte auf der geraden Linie A B, die unbestimmte Perpendicularlinie C D auf ; man ziehe die gerade Linie E F, parallel mit A B : die zwischen der geraden Linie A B, und ihrer Parallele E F enthaltenen Stufen 9, 10, 11 und 12, bemerke man auf der Höhe, wo sie seyn sollen ; man nehme selbst die 8 und 15, ohnerachtet sich solche ausserhalb des Spindelplanes befinden ; sie werden zur Zeichnung der Spirallinien dienen, welche die Kanten an der obern Fläche der gedachten Spindel oder des Pfostens vorstellen, wenn man nach n° 57, den Durchschnitt zeichnet, mit welchem die erste Wange verbunden wird. Von den äussersten Punkten der Linien *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* und *h*, richte man mit der Linie A B perpendicular laufenden Linien auf, und ziehe die horizontalen Linien a b, c d, g h, auf den in dem Wangendurchschnitte, Fig. 2 (45), angegebenen Höhen. Man verfahre auf dieselbe Weise mit den Punkten *i*, *j*, *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, um den andern Durchschnitt i j, k l, o p, zu zeichnen, wobei man sich der Höhen des Wangendurchschnittes in Fig. 5 (44), bedient. Gewöhnlich nimmt man von der Spindel oder Pfosten einen Theil der Breite hinweg ; und diese letztere Fläche wird durch eine verstreckte Krümmung mit der untern Wangenfläche verbunden.

Tabelle VI.

Diese Tabelle enthält den Grundriss von einer Parallelogramförmigen Treppe, welche aber in der Mitte des Stockwerks zwei Ruheplätze A, B hat. Der Aufriss zeigt die Beschaffenheit des Durchschnittes und Einsatzes der beiden ersten steinernen Stufen C, D ; ferner den Durchschnitt E, und den Aufriss F der Ruheplätze ; den Durchschnitt der Ruheplatzstufe G, und den Aufriss der Wangen. Diese letzteren sind an ihren obern Kanten mit Gesimsen, und einem aus eisernen Stäben zusammengesetzten Geländer versehen. Die Stäbe dieses Geländers stehen vertical und sind mit ihrem obern Ende in ein eisernes Rahmenstück befestigt, worauf der Handgriff ruht. Auch sind noch accessorische Zierrathen mit beigefügt. (Dieser letzte Gegenstand ist sehr häufig ein blosses Product der Malerei.)

Tabelle VII.

Die Erklärung der 1 und 5 Figur ist oben in n° 4 enthalten : was die Fig. 7 und 9 anbetrifft, so sehe man oben n° 5 ; und für die Fig. 2, 3, 4, 6, 7, 8 und 9, die nach n° 48 stehende Bemerkung.

string-board its uniform breadth of edges, because the two arcs have a single center, e, a propriety which does not take place in the Fig. 18, where the two levelling arcs are not concentrical.

Plate V.

We call *barlong*, a stair-case whose basis is a rectangle parallelogram ; such as the one of the Fig. 1 ; but the straight string-boards which form the open spindle, are joined together, about in the middle of of a story, by a spindle, Fig. 4, hollowed and rounded in the form of an arc of circle, called by practisers *head-spindle d'échiffre*. As in that figure, the spindle does not contain the total of the semi-circle ; the string-board, Fig. 5, which is joined to it, is *crosse :* that string-board is adapted to its other extremity, by a (*sabot*) Fig. 7, applied to the landing-step. The Fig. 8 represents the inferior part of the string-board, which begins the second revolution and which is also *crosse*. The Fig. 6 shows the joint in commixture of this last string-board, to the *sabot :* it is a mixt section, that is to say that a half is directed parallely, and the other half, half-diametrical and consequently left (44). The Fig. 9 and 10 show two kinds of constructions of steps which can be employed to the said stair-case. One must delineate the section of the straight string-board, Fig. 2 ; and that of the *crosse* one, Fig. 5, and likewise their projections in the plan, before to mark the elevation of the spindle which is to be delineated as it follows.

58. On the straight line A B, raise up the indefinite perpendicular C D ; make a straight line E F, parallel to A B ; mark out to the height where they are to be, the steps 9, 10, 11 and 12, included between the straight A B, and its parallel E F ; borrow even the eighth and the thirteenth, though they be out of the plan of the spindle ; because they shall help to perform the delineation of the helixes representing the edges of the superior surface of the said spindle ; proceeding (57) to the delineation of the cutting which receives the assemblage of the first string-board. From the extreme points of the lines of projection, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* and *h*, raise up perpendiculars to the line A B ; and mark out the horizontal ones a b, c d, g h, to the heights which are indicated in the cutting of the string-board, Fig. 2 (45). You will operate in the same manner as to the points *i*, *j*, *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, to delineate the other cutting, i j, k l, o p, in making use of the heights of the section of the string-board, Fig. 5 (44). Usually, one cuts off, to the spindle, a part of its breadth ; and that last surface adapts itself by a lengthened curvety, to the inferior surface of the straight string-board.

Plate VI.

It contains the plan of a stair-case *barlong*, but with two landing-steps, A, B, in the angles to half a story. The elevation shows the disposition of the cuttings and sealings of the two first steps, C, D, which are made with stones ; the cutting E, and the elevation F, of the landing places ; the cutting of the landing step G ; and the elevation of the string-boards, which are adorned with mouldings to the superior edges, and bound by a balustrade composed of rails placed point-wise and assembled with (*prisonniers*) by their upper part to the flight (*portemain*) One has also distributed to it preparative joints. (Usually that imitation of joints is a produce of the art of painting).

Plate VII.

The nr 4 contains the explication of the Fig. 1 and 5. As to the Fig. 7 and 9, see the nr 5 ; see also the remark following the nr 48, for the Fig. 2, 3, 4, 6, 7, 8 and 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Planche VIII.

Elle contient deux plans et deux élévations d'escaliers à base circulaire : on appelle celui des Fig. 1 et 2, *Vis St.-Gille avec noyau plein*, et *Vis St.-Gille avec noyau à jour*, celui des Fig. 3 et 4.

Planche IX.

Les trois angles du triangle isocèle ABC, Fig. 1re, sont les centres des angles radoucis du limon, même figure, soutenant les marches d'un escalier qui a même forme de base.

La Fig. 2 a été expliquée au n° 28.

La Fig. 3 est une élévation détaillée de la partie inférieure de l'escalier, faite parallèlement à la ligne AB. Elle montre le pas et le cordon de la première marche, et en continuité le parpaing d'échiffre D qui a même hauteur que ladite marche. On voit de même le patin d'échiffre E, qui a la hauteur de la deuxième marche, plus la moulure; son assemblage a, et les coupes de ses moulures.

59. Il faut une coupe creuse, 1° pour raccorder deux parties de moulures cintrées; 2° pour raccorder une moulure droite à une moulure cintrée. Pour tracer ces coupes creuses, on procède ainsi : les lignes droites *a*, *b*, largeur de la moulure droite, et les courbes *c*, *d*, largeur de celle cintrée, étant tracées, on a seulement obtenu les deux points *e*, *f*. Pour en avoir un troisième, divisez en deux parties égales la largeur de chacune de ces portions de moulures; tracez parallèlement la droite *h* et la courbe *i*, leur intersection au point *g* sera un point de passage de la coupe creuse, que vous tracerez en faisant passer un arc par ces trois points.

La jambette d'échiffre F, qui ordinairement sert de poteau d'huisserie pour la baie de descente de cave, est chantournée à une de ses rives en arc rampant b, comme les noyaux recreusés; sa coupe d'assemblage c, à la surface inférieure du limon, est raccordée par une autre petite coupe d, comme un joint de voussoir, pour donner plus de résistance à la partie étroite du raccordement. Quelques praticiens font cette dernière coupe à mordant, pour que la partie d' du bois du limon empêche la partie faible de la jambette d'échiffre de s'éloigner de son joint d'about.

La Fig. 4 montre les solives en *bascules* du palier de repos ensuite, et dont la Fig. 14 est la coupe. La Fig. 6 est la configuration du sabot dans l'angle dudit palier de repos. La Fig. 7, un limon crosse, et la Fig. 8 un limon courbe; leur coupe est tracée Fig. 5. La Fig. 9 montre le limon horizontal au palier d'arrivée, et sa coupe; on voit aussi en plan les solives qui s'y assemblent. Les Fig. 10, 11, 12 et 13 sont les détails des commissures de deux limons dessinés en grand; la surface intérieure d'un des limons, Fig. 10, montre deux petits tenons e, f, qu'on a coutume de réserver pour maintenir l'affleurement des surfaces verticales; le boulon d'assemblage g, avec sa rosette et son écrou dans l'entaille h; la Fig. 11 est la même pièce vue en bout. Les Fig. 12 et 13 sont les mêmes détails de l'autre bout de limon, mais qui contient les mortaises i, j, pour recevoir les tenons réservés à l'autre.

Planche X.

Elle contient le plan et l'élévation d'un escalier à base triangulaire, dont tous les angles sont radoucis. Cette planche sera une excellente leçon pour exercer

Tabelle VIII.

Diese Tabelle enthält zwei Grund- und zwei Aufrisse von Treppen mit zirkelrunder Basis; die in den Fig. 1 und 2 beschriebene, ist eine Treppe mit voller Spindel, und die in den Fig. 3 und 4, enthaltene, ist eine, mit einer Oeffnung versehene Wendeltreppe.

Tabelle IX.

Die drei Winkel des gleichschenkeligen Triangels A B C, Fig. 1, sind die Mittelpunkte von den ausgeglichenen Winkeln der Wange auf derselben Figur; die in dieselbe eingesetzten Stufen, gehören zu einer Treppe, deren Basis die nämliche Gestalt hat.

Die 2 Fig. ist in n° 28 erklärt worden.

Die 3 Fig. stellt den Aufriss von dem untern Theile der Treppe vor; derselbe ist mit der Linie A B parallel. Diese Fig. zeigt ferner die Steigung, nebst dem an der ersten Stufen befindlichen Gesimse, so wie den Untersatz D, welcher mit der gedachten Stufe einerlei Höhe hat. Auch sieht man daselbst die Grundschwelle E, dessen Höhe mit der Höhe der zweiten Stufe übereinstimmt, ferner deren Zusammensetzung a, so wie endlcih die Gesimse nebst deren Zusammenschneidung.

59. Ein hohler Einschnitt wird erfodert, 1° bei der Verbindung zweier geschweifter Gesimse mit einander, und 2° bei der Zusammensetzung eines geraden Gesimses mit einem geschweiften : bei der Zeichnung dieser hohlen Einschnitte wird folgendergestalt verfahren. Sind die geraden Linien *a*, *b*, welche die Breite des geraden Gesimses ausmachen, nebst den gebogenen Linien *c*, *d*, welche die Breite von dem geschweiften Gesimse sind, gezeichnet, so hat man bloss die beiden Punkte *e*, *f* erhalten; um nun einen dritten zu bekommen, so theile man die Breite von einem jeden dieser Gesimse in zwei gleiche Theile; ziehe in paralleler Richtung die gerade Linie *h*, so wie die gebogene *i* : ihr Durchschnitt bei dem Punkte *g*, bestimmt den Punkt der Aushohlung den man dadurch zeichnet, dass man durch diese drei Punkte einen Bogen zieht.

Der Untersatzpfosten F, welcher gewöhnlich als Thürgerüstpfosten beim Eingange in den Keller dient, ist auf der Seite b, ausgeschweift, nach Art der gebogenen Spindeln : die Zusammensetzung des Pfostens mit der Wange ist bei c angezeigt, und mit einer kleinen Versatzung d versehen, welche gleich einer Gewölbsteinfuge dem schmalen Verbindungstheile eine stärkere Widerstandskraft mittheilt. Man macht diesen leztern Einschnitt bisweilen mit einer schrägeingreifenden Versatzung, damit der Theil d' des Wangenholzes, den schwachen Theil des Untersatzpfostens zurückhalte, und ihn so verhindere, aus der Fuge zu weichen.

Die 4 Figur zeigt die Verbindung der Ruhebankwechsel, wovon der Durchshnitt in der 14 Fig. enthalten ist. In der 6 Fig. ist das kurze Wangenstück in dem Winkel des gedachten Ruheplatzes vorgestellt. Die 7 Fig. ist eine Wange deren oberes Ende in dem Ausgleichungszirkel hineinläuft, und die 8 Fig. das zirkelrunde Wangenstück : der Durchschnitt derselben befindet sich in der 5 Fig. In der 9 Fig. sehen wir die horizontale Wange am Vorplatze, nebst ihrem Durchschnitte : man sieht daselbst ferner den Grundriss von den Balken, welche damit verbunden werden. Die Fig. 10, 11, 12 und 13 beschreiben die Zusammensetzung der beiden im Grossen gezeichneten Wangen : in der 10 Fig. zeigt die einevon diesen Wangen an ihrer innern Fläche zwei kleine Zapfen e, f, vermittelst welcher die verticalen Flächen in ihrer Richtung erhalten werden; man sieht daselbst ferner die Schraube g, nebst der Schraubenmutter in dem Einschnitte h : in der 11 Fig. sehen wir das eine Ende von dem nämlichen Stücke, und in der 12 und 13 Fig. das andere Wangende vorgestellt; dieses letztere enthält aber die Zapfenlöcher i, j, in welche die, am andern Stücke befindlichen Zapfen eingesetzt werden.

Tabelle X.

Diese Tabelle enthält den Plan nebst Aufriss einer Treppe deren Grundfläche einen Triangel bildet, deren Winkel aber sämmtlich ausgeglichen sind.

Plate VIII.

It contains two plans and two elevations of staircases with a circulary basis : we call the one of the Fig. 1 and 2, *nuel St-Gille with a full spindle*, and the one of the Fig. 3 and 4, *nuel St-Gille with an open spindle*.

Plate IX.

The three angles of the triangle isocceles A B C, Fig. 1, are the centers of the smoothed angles of the string-board, same figure, supporting the steps of a stair-case, whose basis has a same shape.

The Fig. 2 has been explained to the nr 28.

The Fig. 3 is a detailed elevation of the inferior part of the stair-case, made parallely to the line A B. It shows the (*pas*) and the moulding of the first step, and in continuity, the *parpaing d'échiffre* D, which has a same height as the said step. One sees likewise the patten *d'échiffre* E, which has the heigth of the second step, the moulding; its assemblage a, and the cuttings of its mouldings.

59. A hollow cutting is necessary, 1° to join together two parts of arched mouldings; 2° to join a straight moulding to an arched one : to delineate those hollow cuttings, one proceeds as it follows. The straight lines *a*, *b*, breadth of the straight moulding, and the curved ones *c*, *d*, breadth of the arched one, being marked out, one has obtained only the two points *c*, *f* : to have a third one, divide in two equal parts, the breadth of each one of those parts of mouldings : delineate parallely the straight *h*, and the curved one *i* : their intersection to the point *g* shall be a point of passage of the hollow cutting, which you will delineate in marking out an arc, and making it pass by those three points.

The count-timber *d'échiffre*, F, which is usually employed as a jaum or upright post to the gap of the arched way is cut to one of its edges in the form of a rampant arc b, as the grooved spindles : its cutting of assemblage c, to the inferior surface of the string-board, is joined by another small cutting d, as a coving joint to give a greater strength to the narrow part of the juncture. Some practisers make that last cutting, biting so that the part d' of the wood of the string-board may prevent the weak part of the count-timber *d'échiffre*, from removing from its joint of abutment.

The Fig. 4 shows the joists *en bascules* of the landing place, whose cutting is the Fig. 14. The Fig. 6 is the configuration of the *sabot* in the angle of the said landing-place. The Fig. 7 is a *crosse* string-board; and the Fig. 8 a curved one : their cutting is delineated Fig. 5. The Fig. 9 shows the string-board horizontal to the landing place, and its cutting : one sees also in plan, the joists joined to it. The Fig. 10, 11, 12 and 13, are the details of the commixtures of two string-boards drawed in a large compass : the internal surface of one of the string-boards, Fig. 10, shows two small tenons, e, f, which one reserves usually to maintain the faying of the vertical surfaces; the fastening bolt, g, with its (*rosette*) and its nut in the notch h : the Fig. 11 is the same piece seen up. The Fig. 12 and 13 are the same details of the other end of the string-board, but containing the mortises i, j, to receive the tenons reserved for the other.

Plate X.

It contains the plan and the elevation of a staircase having a triangular basis whose all the angles are smoothed; that plate will be an excellent lesson.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les commençants à dessiner une élévation sur un plan; et quoique la masse totale de maçonnerie qui forme la cage, soit marquée entière, Fig. 1, on concevra facilement qu'il faut faire abstraction de la partie qui est en avant des lignes DE, FG, qui sont dans la direction des centres de radouci A, B. Un grand nombre de praticiens regardent comme une opération très-difficile, le dessin d'élévation d'un escalier; cependant ce dessin est exécuté avec une très-grande facilité par les dessinateurs exercés à l'art des projections; essayons donc de le raisonner pratiquement avec les Fig. 1 et 2.

6o. Au point du décollement a, par exemple, de la dixième marche, tracez quarrément sur l'épaisseur du limon la droite a b; tracez de même la ligne e f à la onzième marche; projetez les points a, b, vous aurez dans l'élévation les lignes *ae*, *bd*; portez la hauteur de socle au-dessus de la dixième marche; tracez l'horizontale ab; portez de même la hauteur de ressocle, et tracez aussi c d: les quatre points *a*, *b*, *e*, *d* sont les points de passage des quatre arêtes du limon, dont ab a la hauteur du socle de la dixième marche, et c d a la hauteur de plafond. En faisant de même pour la onzième marche, vous aurez les points *e*, *f*, *g*, *h* qui seront pareillement les points de passage des quatre arêtes. En suivant toujours ce procédé, on aura tous les points nécessaires pour tracer la continuité d'un étage entier. Pour marquer les arêtes de plafond sur les murs de la cage, il faut projeter de même les points du plan, qui donneront à leurs rencontres sur les horizontales de plafond, les points de passage de la courbe à l'angle rentrant, formé par le mur de cage et le plafond: par exemple, les projections des points g, h, ont donné les points *i*, *j*, arêtes de plafond; prolongez l'horizontale *i j* vers *k*; projetez le point i, et vous aurez en *k*, le point de passage de l'arête de plafond.

Remarque. Quand bien même les marches seraient dansantes, c'est-à-dire inclinées sur le limon, il n'en faudrait pas moins tracer quarrément les lignes ab, ef, gh, etc., dont on se sert pour former l'élévation des arêtes du limon; et c'est par la même raison que, dans les parties cintrées, en plan, on doit diriger ces mêmes lignes au centre.

Planche XI.

Les figures de cette planche ont été précédemment expliquées aux n^os^ indiqués respectivement par la table suivante:

Fig.	N^os^.	Fig.	N^os^.	Fig.	N^os^.
1	35, 36	6	43, 44	11	38
2	24, 35, 37	7		12	
3	35, 37	8	24, 43	13	24
4	43	9	38	14	26
5	44	10	24, 43	15	24, 26

Planche XII.

Cette planche contient une série de marches qui n'ont point de scellement, mais qui sont soutenues par deux limons courbes concentriques A, B; la répartition des marches y est faite sur l'arc D, qu'on appelle aussi ligne de giron. Ces marches sont rayonnantes, selon l'usage pratique, et assemblées dans des entailles faites aux limons courbes; cette sorte d'assemblage ayant été précédemment détaillée, ainsi que les coupes Fig. 2, 3, 6 et 7, nous y renvoyons; nous nous dispensons pareillement de détailler les Fig. 4, 5, 8 et 9, parce qu'on peut voir ce que nous avons dit n^os^ 37 et 38. La Fig. 10 est, comme la deuxième de la planche dixième, un exercice pour dessiner une élévation sur un plan; mais nous observons ici qu'à cause du placement du dessin sur l'ételon, on dit pratiquement que ledit dessin Fig. 10 est

Wollen sich Anfänger in Zeichnungen von Aufrissen üben, so wird ihnen diese Tabelle hierzu sehr behülflich seyn: und ohnerachtet in der 1 Fig. das ganze Mauerwerk, aus welchem das Treppenhaus besteht, angedeutet ist, so sieht man dennoch leicht ein, dass man den Theil vor den Linien D E, F G, welche sich in der Richtung der ausgleichenden Mittelpunkte A, B befinden, unberücksichtigt lassen muss. Und ohnerachtet sehr viele Baukundige den Aufriss einer Treppe als eine sehr schwer auszuführende Unternehmung ansehen, so wird derselbe dennoch von geschickten Zeichnern, welche in Darstellungen dieser Art geübt sind, sehr leicht gefertigt. Wir wollen nach Anleitung der Fig. 1 und 2, denselben hier ausführlich zu entwickeln versuchen.

6o. Bei dem Punkte a, am Ende der 10 Stufe, ziehe man winkelrecht auf der Dicke der Wange, die gerade Linie a b; man ziehe ferner die Linie e f, an der 11 Stufe: und nachdem man die Punkte a, b, gezeichnet hat, so erhält man im Aufrisse die Linien *a e*, *b d*: man trage die obere Backenhöhe über die 10 Stufe; zeichne die horizontale Linie a b; trage gleichfalls die untere Höhe auf, und ziehe ferner die Linie c d: die vier Punkte *a*, *b*, *e*, *d*, sind dann die Bestimmungspunkte der vier Wangenkanten, von denen a b die obere Höhe an der 10 Stufe, und c d die Höhe der Treppendecke ausmacht. Verfährt man eben so bei der 11 Stufe, so erhält man die Punkte *e*, *f*, *g*, *h*, welche auch hier die Bestimmungspunkte der vier Wangenkanten sind. Fährt man auf diese Weise weiter fort, so erhält man nach und nach alle, zur Zeichnung des ganzen Stockwerks nöthigen Punkte. Die Kanten der Treppendecke werden auf den Mauern des Treppenhauses folgendergestalt angegeben: man zeichnet ebenfalls die Punkte des Plans, welche bei ihrem Zusammentreffen auf den horizontalen Linien der Treppendecke die Bestimmungspunkte des mit einem eingehenden Winkel versehenen, und von der Treppenhausmauer und der Treppendecke gebildeten Bogens, geben werden: die Punkte g, h, haben z. B. die Punkte *i*, *j*, welche die Kanten der Treppendecke sind, gegeben; man verlängere nach *k* die horizontale Linie *i j*; zeichne den Punkt i, worauf man in *k* den Bestimmungspunkt der Treppendeckenkante erhält.

Bemerkung. Giengen auch gleich die Stufen nach der Wange zu gebogen, so müssten dennoch die Linien a b, e f, g h, etc., nach welchen der Aufriss der Wangenkanten formirt wird, winkelrecht gezeichnet werden: aus eben dem Grunde muss man bei den geschweiften Theilen, diese nämlichen Linien nach dem Mittelpunkt ziehen.

Tabelle XI.

Die in dieser Tabelle enthaltenen Figuren sind bereits schon vorstehend in den resp. Nummern, nach Massgabe folgender Tafel erklärt worden:

Fig.	Num.	Fig.	Num.	Fig.	Num.
1	35, 36	6	43, 44	11	38
2	24, 35, 37	7		12	
3	35, 37	8	24, 43	13	24
4	43	9	38	14	26
5	44	10	24, 43	15	24, 26

Tabelle XII.

Die in dieser Tabelle vorgestellten Stufen sind in keine Wände eingesetzt, sondern werden von zwei concentrisch gebogenen Wangen A, B, zusammengehalten und getragen; die Eintheilung der Stufen ist nach dem Bogen D, den man auch die Stufenlinie nennt, geschehen. Diese Stufen sind, wie es der Gebrauch erfordert, strahlenförmig, und werden in die, in die Wangen gemachten Einlochungen eingesetzt. Da diese Art von Zusammensetzung nebst den, in den Fig. 2, 3, 6 und 7, enthaltenen Durchschnitten, schon oben erklärt worden sind, so verweisen wir den Leser dorthin. Wir übergehen gleichergestalt die Erklärung der Fig. 4, 5, 8 und 9, rücksichtlich welcher man die n° 37 und 38 nachsehen kann. Die 10 Fig. wird gleich der 2, auf der 10 Tabelle, diejenigen welche sich in Aufrissen auf

to exercise beginners to draw an elevation over a plan; and though the whole mass of masonry which forms the *cage* be marked intirely Fig. 1, it is easy to conceive that one must abstract the part, before the lines DE, FG, which are in the direction of the smoothed centers A, B. A great many practisers think a very difficult operation the draught of the elevation of the stair-case; however that drawing is executed with a great facility by drawers trained up to the art of projections; let us try therefore to reason it practically with the Fig. 1 and 2.

6o. To the point of *decollement* a, as for instance, of the tenth step, mark out square on the thickness of the string-board the straight a b; mark out likewise the line e f to the eleventh step; project the points a, b, you shall have in the elevation the lines *a e*, *b d*; carry the height of the pedestal over the tenth step; mark out the horizontal a b; carry likewise the height of the foot of the pedestal (*ressocle*), and delineate also c d; the four points *a*, *b*, *e*, *d*, are the points of passage of the four edges of the string-board a b to the height of the pedestal of the tenth step, and c d, to the height of the cieling. Acting in the same way as to the eleventh step, you shall have the points *e*, *f*, *g*, *h*, likewise points of passage of the four edges. In following always that manner of proceeding, one shall have all the points necessary to delineate the continuity of a whole story. To mark the edges of the cieling over the walls of the *cage*, one must project likewise the points of the plan which shall give to their meetings on the horizontal lines of the cieling, the points of passage of the curve to the angle getting in, formed by the wall of the *cage* and the cieling; as for instance, the projections of the points g, h, have given the points *i*, *j*, edges of the cieling; prolong the horizontal *i*, *j* towards *k* project the point i, and you shall have in *k*, the point of passage of the edge of the cieling.

Remark. Even, if the steps were winding, that is to say, inclined over the string-board, one ought nevertheless to delineate square the lines a b, e f, g h, etc., which are used to form the elevation of the edges of the string-board; and it is by that same reason that, in the arched parts, in plan, one must direct those same lines to the center.

Plate XI.

The figures of that plate have been formerly explained to the numbers indicated respectively by the following index.

Fig.	N^os^.	Fig.	N^os^.	Fig.	N^os^.
1	35, 36	6	43, 44	11	38
2	24, 35, 37	7		12	
3	35, 37	8	24, 43	13	24
4	43	9	38,	14	26
5	44	10	24, 43	15	24, 26

Plate XII.

That plate contains a series of steps without sealings, but supported by two curved concentrical string-boards A, B; the repartition of the steps is made there over the arc D, called also line of circumference (*de giron*). Those steps are half-diametrical, according to the practical use, and assembled in notches made to the curved string-boards; that kind of assemblage having been detailed already, as well as the cuttings, Fig. 2, 3, 6 and 7; we refer to them; we free likewise ourselves from detailing the Fig. 4, 5, 8 and 9, because one can see what we have said n^os^ 37 and 38. The Fig. 10 is, as the second of the plate tenth, an exercise to draw an elevation over a plan; but we observe there that on account of the placing of the drawing over the *Etelon*, one says practically that the said drawing Fig. 10,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

transposé, parce que c'est une élévation qui n'est pas placée au-dessus de son plan.

La largeur de chacune des courbes, Fig. 4 et 8, a été établie par des lignes d'à-plomb et de niveau, comme il a été expliqué au n° 59 pour la Fig. 2 de la planche II; et la projection, Fig. 8 du limon A, forme une bordure plus étroite que celle du limon B, Fig. 4. En considérant toutefois que ladite largeur de bordure doit être prise perpendiculairement à chacune des arêtes rampantes desdits limons, quelques praticiens, après avoir formé la surface plano-hélicoïde supérieure, mettent chaque courbe de largeur avec l'outil nommé *trusquin*; ou, ce qui y équivaut, en faisant des traînées avec une même ouverture de compas. Cette manière d'opérer n'est qu'une manipulation précipitée, qui n'atteint que désavantageusement le but désiré, de rendre égale la largeur des deux bordures (22); parce qu'elle donne, à la surface de plafond, une inclinaison choquante par rapport à l'horizon; la raison demande donc de modifier ce procédé; et pour cela, nous proposons la méthode qui suit.

61. La Fig. 11, qui est une portion de la Fig. 1, contient seulement deux surfaces de giron entre les traces rayonnantes des trois pas de marches ad, be, cf, mais prolongées sur les projections des limons; les parallèles g j, h k, i l, sont les retombées des cordons. Les arcs de ce plan ont été pratiquement rectifiés au moyen de petites subdivisions; d e f a donné dans la Fig. 12 la ligne $d\,l$; a b c a pareillement donné $a\,r$; la droite $d\,e\,f$ est donc l'arête développée de la projection d e f; et $a\,b\,c$ le développement de la projection a b c. En établissant les largeurs au trusquin, on aura donc les lignes $g\,h\,i$ et $j\,k\,l$ pour les arêtes inférieures; et l'on voit que les deux arêtes supérieures sont de niveau au point b dans la rayonnante à l'axe; mais que sur la rayonnante sous plafond, les arêtes inférieures diffèrent de la hauteur k h; on y voit de même les arêtes supérieures de niveau en $a\,d$, et les inférieures aussi éloignées du niveau en $g\,j$.

Pour parvenir à modifier cette excessive différence par un moyen pratique simple, nous avons laissé pour bordure primitive le parallélogramme $j\,d\,f\,l$; entre les côtés $d\,f$, $j\,l$, nous avons inscrit un cercle; nous avons aussi tracé tangentes audit cercle, et parallèlement à la ligne $a\,c$, les droites m n, $o\,p$, qui, substituées à $g\,i$ et $a\,c$, réduisent la différence de niveau sous plafond à $k\,q$.

A la vérité, les hauteurs de socle subissent alors une différence, mais moins choquante que celle de la surface de plafond; elle est encore diminuée au moyen des retombées des cordons, qui, ne tendant pas au centre, déplacent avantageusement la tangente auxdits cordons, et rendent presque insensible la différence des socles.

Planche XIII.

La Fig. 1 est le plan d'un escalier à base quarrée, avec un grand palier qui occupe un des côtés, et deux paliers de repos qui occupent les deux autres angles; le reste contient la répartition des marches. La Fig. 2 montre la marche jumelle et ses parpaings de continuité, plus la partie de limon portant la volute; une partie du patin d'échiffre, et une tournice d'échiffre. Les Fig. 7 et 8 sont des détails dessinés plus en grand dudit patin, qui est orné de moulures à une de ses arêtes; sa continuité en retour d'équerre, et son assemblage au milieu du radouci; les Fig. 5 et 6 contiennent la suite et le contre-profil dudit patin.

Plänen üben wollen, von erspriesslichem Nutzen seyn: wir bemerken hierbei, dass man wegen der Auftragung der Zeichnung auf dem Reissboden, die Vorstellung in der 10 Fig., in der Kunstsprache eine *transponirte* Zeichnung nennt, und zwar um deswillen, weil solche einen Aufriss vorstellt, der nicht über seinen Grundriss aufgetragen worden ist.

Die Breite einer jeden Wange ist in den Fig. 4 und 8, vermittelst senkrechter und horizontaler Linien vorgestellt worden, wie solches bei n° 57, in Betreff der Fig. 2, Tab. XI, erklärt worden ist; auch bildet die Wange A, Fig. 8, eine schmälere Einfassung als die Wange B in Fig. 4; wobei wir jedoch bemerken, dass die gedachte Wangenbreite perpendicular mit den Wangenkanten genommen werden muss. Einige machen zuerst die spiralförmige obere Fläche, und zeichnen sodann die gleiche Breite einer jeden Wange mit dem Streichmodel, oder was auf eins hinauskommt, durch Linien welche mit der nämlichen Zirkelöffnung gezogen werden. Durch diese übereilte Verfahrungsweise wird aber der vorgesetzte Zweck, nach welchem man die Breite der beiden Wangenbogen gleichförmig machen will, nur sehr unvollkommen erreicht (22); indem dadurch die Fläche der Treppendecke eine widrige Neigung gegen den Horizont erhält. Da nun die Natur der Sache eine zweckmässige Verfahrungsweise heischt, so stellen wir zu diesem Behufe folgende Methode auf.

61. Die 11 Fig., welche einen Theil von der 1 Fig. ausmacht, enthält bloss zwei Stufenflächen, und zwar zwischen den strahlenförmigen Linien der drei Stufenlinien a d, b e, c f; welche aber bis an das äussere Ende der Wangen verlängert sind; die Parallellinien g j, der Stufen h k, i l, sind die Linien zu dem Gesimse. Die Zirkelbogen sind durch Eintheilungen rectificirt worden: aus d e f, ergiebt sich in der 12 Fig. die Linie $d\,l$; aus a b c ergiebt sich gleichfalls $a\,r$: die gerade Linie $d\,e\,f$, ist daher die verstreckte obere Kantenlinie d e f; und $a\,b\,c$ die Verstreckung von a b c. Zeichnet man nun die Breite mit dem Streichmodel, so erhält man die Linien $g\,h\,i$ und $j\,k\,l$, für die untern Kanten: man sieht auch, das die beiden obern Kanten in dem Punkte b, in der, in der Axe befindlichen strahlenförmigen Linie, von gleicher Höhe sind; dass aber auf der, unter der Treppendecke befindlichen strahlenförmigen Linie, die untern Kanten von der Höhe k h verschieden sind: man sieht ferner, dass die obern Kanten bei $a\,d$ von gleicher Höhe, und die untern bei $g\,j$ von ungleicher Höhe sind.

Um diesem so grossen Unterschiede durch ein einfaches Mittel abzuhelfen, ist das Parallelogramm $j\,d\,f\,l$, zuerst als Wangenhöhe angenommen, und zwischen den Seiten $d\,f$, $j\,l$, ein Zirkel beschrieben worden; die geraden Linien m n, $o\,p$ haben wir mit diesem Zirkel in Berührung, und mit der Linie $a\,c$ parallel gezogen; werden dieselben an die Stelle von $g\,i$ und $a\,c$ gesetzt, so reduciren sie den Unterschied der Höhe an der Treppendecke auf $k\,q$.

Die Wangenhöhe leidet dann zwar allerdings einen Unterschied, allein er fällt nicht so auf, als der bei der Fläche der Treppendecke, und wird überdiss noch durch die Gesimslinien vermindert; denn da diese nicht nach dem Mittelpunkt gerichtet sind, so versetzen sie den Tangent an gedachten Gesimsen, und machen dadurch den Unterschied des Vorsprungs beinahe unbemerkbar.

Tabelle XIII.

Die 1 Fig. enthält den Grundriss einer viereckigen Treppe, mit einem grossen Ruheplatze, welcher eine von den Seiten einnimmt, nebst zwei andern Ruheplätzen, welche in der Stiege und in den beiden andern Winkeln angebracht sind; der übrige Theil enthält die Zusammensetzung der Stufen. In der 2 Fig. ist die doppelte Stufe nebst ihrer Fussmauer, ferner der, die Schnecke enthaltende Theil der Wange, wie auch ein Theil der Grundschwelle und ein Untersatzpfosten vorgestellt. Die Fig. 7 und 8 zeigen die vergrösserte Vorstellung von gedachter Grundschwelle, bei welcher, an der einen Kante, ein Gesims angebracht ist; ferner die Biegung derselben, welche einen geradeseitigen Winkel bildet, endlich deren Zusammensetzung in der Mitte der Ausglei-

is *transposed*, because it is an elevation which is not laid over its plan.

The breadth of each curve, Fig. 4 and 8, has been established by *perpendicular*, and levelling lines, as it has been explained to the n° 57 for the Fig. 2 of the plate eleventh; and the projection, Fig. 8 of the string-board A, forms an edge narrower than the one of the string-board B, Fig. 4. Considering however that the said breadth of edges must be taken perpendicular to each of the *rampant* edges of the said string-board; some practisers, after having formed the superior plano-helicoid surface, place each curve *of breadth*, with the tool named (*trusquin*) gage; or, what is equivalent, in drawing along with a same opening of compasses. That manner of operating is a mere hastened manipulation, which reachs but disadvantageously the wished for aim, which is to make equal the breadth of the two edges (22); because it gives, to the surface of the cieling, a shocking inclination to the horizon; it is then needful to modify that manner of proceeding; and for that, we propose the following method.

61. The Fig. 11, which is a part of the Fig. 1, contains only two surfaces of (*giron*) between the half-diametrical delineations of the three steps a d, b e, c f, but prolonged on the projections of the string-boards; the parallels g j, h k, i l, are the declivities of the mouldings. The arcs of that plan have been rectified practically by means of little subdivisions; d e f has given in the Fig. 12 the line $d\,l$; a b c has likewise given $a\,r$; the straight $d\,e\,f$ is then the unfolded edge of the projection d e f; and $a\,b\,c$, the unfolding of the projection a b c. Establishing the breadths with the *trusquin*, one shall have the lines $g\,h\,i$ and $j\,k\,l$ for the inferior edges; therefore one sees that the two superior edges are even to the point b in the half-diametrical to the axis, but that on the half-diametrical under cieling, the inferior edges differ of the height k h. One sees likewise the upper edges level in $a\,d$, and the inferior ones distant from the level in $g\,j$.

To modify that excessive difference by a plain practical way, we have left for primitive edge, the parallelogram $j\,d\,f\,l$; between the sides $d\,f$, $j\,l$, we have inscribed a circle; we have also delineated tangent to the said circle, and parallel to the line $a\,c$, the straight lines m n, $o\,p$, which substituted to $g\,i$, and $a\,c$, reduce the difference of the level under cieling to $k\,q$.

Indeed, the heights of the pedestal undergo then a difference, but less striking than the one of the surface of the cieling: it is yet diminished by means of the arched falls of the mouldings, which, leading not to the center, displace advantageously the tangent to the said mouldings, and render almost unseen the difference of the pedestals.

Plate XIII.

The Fig. 1 is the plan of a stair-case having a square basis, with a large landing-place occupying one of the sides, and two plain ones occupying the two other angles; the remainder contains the repartition of the steps. The Fig. 2 shows the twin step, its *parpaings* of continuity, and the part of the string-board supporting the volute; besides, a part of the patten *d'échiffre*, and an inclined sabliere *d'échiffre*. The Fig. 7 and 8 are details drawed in a larger compass of the said patten, adorned with mouldings to one of its edges; its continuity by a square return, and its assemblage in the middle of the curve. The Fig. 5 and 6 include the continuity and the counter-profile of the said patten.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Fig. 3 est l'élévation de la deuxième rampe : on voit aussi, Fig. 4, la partie supérieure de la jambette d'échiffre, et son assemblage d'about, prêt à mettre dedans. La Fig. 9 est l'élévation du troisième limon ; la Fig. 10 est le premier limon de la deuxième révolution.

Les Fig. 11, 12, 13, 14 et 15 sont des détails particuliers, mais dessinés plus en grand, pour indiquer les sortes d'assemblage.

Planche XIV.

La Fig. 1 est le plan d'un escalier à base quarrée, semblable à celui de la planche XII; et la Fig. 2 en est l'élévation.

Planche XV.

La Fig. 1 est le plan d'un noyau cylindrique plein d'un escalier en vis S^t.-Gille, comme celui qui est dessiné Fig. 1 et 2, planche 8 ; la Fig. 2, une partie de son élévation, qui montre les décollements des marches qui s'y assemblent.

62. Le tracé du noyau cylindrique est facile, parce qu'on refait déjà quarrément les quatre faces de la pièce de bois, et qu'on trace dans leur milieu des lignes qui correspondent aux traits quarrés des deux bouts, et qui appartiennent d'avance à la surface du cylindre que l'on veut former ; on délarde les quatre arêtes, ce qui lui donne la forme d'un prisme droit à base octogone ; on y trace encore quatre lignes, et qui sont aussi à la surface du cylindre ; on continue de délarder à 16, et même à 32 faces, et ensuite on achève la forme cylindrique ; nous supposons encore que le bout inférieur est parfaitement recépé et forme un plan perpendiculaire à l'axe.

On marque successivement sur la surface du cylindre les lignes de pas d'aplomb, et celles de giron de niveau, pour évider les entailles et les mortaises qui doivent recevoir les assemblages au décollement des marches.

La Fig. 6 est le plan d'un escalier à base circulaire avec un noyau à jour cylindrique ; les Fig. 7, 8, 9, 10, 11 et 12 sont les détails des limons et de leurs coupes ; la Fig. 13 montre la partie horizontale dudit limon qui borde le palier d'arrivée. Les Fig. 3, 4 et 5 sont des détails dessinés plus en grand qui montrent les profils des marches, plan, élévation et joint d'about de deux limons, plus la surface du plafond, garnie d'une plate-bande en fer.

Planche XVI.

Elle est aussi une leçon d'exercice pour dessiner l'élévation d'un escalier à base circulaire ; cette élévation, Fig. 2, est garnie d'une rampe en fer.

Planche XVII.

La Fig. 1 est une grande cage qui contient quatre escaliers, ayant chacun quatre rampes, ce qui devrait faire seize rampes ; mais le plan n'en contient que quatorze, parce que les troisièmes rampes sont communes chacune à deux escaliers. Quatre pilastres, ornés de socles, bases et chapiteaux, soutiennent le palier commun, qui est au milieu de la cage. La Fig. 3 est une coupe prise sur la ligne AB du plan ; elle montre les pilastres, les coupes des rampes communes, et celles des paliers ; les limons et les rampes de fer, les portes et les joints d'appareil.

Planche XVIII.

Elle contient le plan et la coupe d'un des escaliers de la planche précédente, dessiné plus en grand, mais composé de marches massives et sans limons.

chung; die Fig. 5 und 6 enthalten die übrigen Bestandtheile nebst der Verkröpfung an der Grundschwelle.

Die 3 Fig. stellt den Aufriss vom zweiten Geländer vor; in der 4 Fig. sieht man den obern Theil des grössern Untersatzpfosten, dessen Ende mit der Wange verbunden ist. Die 9 Fig. ist der Aufriss von der dritten Wange; die 10 Fig. stellt die erste Wange in der zweiten Windung vor.

Die Fig. 11, 12, 13, 14 und 15 enthalten besondere, und mehr im Grossen ausgeführte Vorstellungen von verschiedenen Zusammensetzungen.

Tabelle XIV.

Die 1 Fig. zeigt den Grundriss einer viereckigen Treppe, deren Gestalt mit der, in der XIII Tabelle enthaltenen Stiege übereinstimmt ; die 2 Fig. stellt den Aufriss derselben vor.

Tabelle XV.

Die 1 Figur ist der Grundriss von einer cylindrischen vollen Spindel. Die Treppe, zu welcher selbige gehört, ist der, in Tab. VIII, Fig. 1 und 2, vorgestellten, ähnlich ; der in der 2 Fig. abgebildete Theil des Aufrisses zeigt die Schnitte der Stufen, welche in diese Spindel eingesetzt werden.

62. Die Zeichnung einer cylindrischen Spindel wird ohne alle Schwierigkeiten bewirkt, indem man bereits vorher die vier Seiten des Holzes viereckig beschlägt, und in der Mitte derselben Linien zeichnet, welche mit dem viereckigen Schnitte der beiden Enden zutreffen, und schon im voraus zu der Fläche des zu verfertigenden Cylinders gehören : man rundet die vier Kanten ab, woraus ein reguläres Prisma mit achteckiger Basis entsteht; man zieht sodann auf der Grundfläche des Cylinders noch vier Linien; man fährt mit dem Abrunden bis auf 16 und selbst 32 Seiten fort, und vollendet sodann die cylindrische Gestalt; wobei wir noch errinnern dass sämmtliche Ecken vollkommen abgerundet und mit der Axe einen vollen Winkel bilden müssen.

Die Linien der Stufenhöhe werden auf der Fläche des Cylinders vertical, und die der Stufenbreite, horizontal gezeichnet, und darnach die Einschnitte und Zapfenlöcher zur Einsetzung der Stufen gemacht.

Die 6 Fig. stellt den Grundriss einer zirkelrunden Treppe, nebst der cylindrischen Treppenöffnung vor; in den Fig. 7, 8, 9, 10, 11 und 12, sind die Wangen und ihre Durchschnitte abgebildet; die 13 Fig. zeigt den horizontalen Theil der Wange an, welche an die Vorplatzstufe stösst. Die Fig. 3, 4 und 5, sind Zeichnungen nach einem grössern Masstabe; sie enthalten die Profile von den Stufen, den Plan, Aufriss und Verbindung der zwei Wangen mit ihren Enden; ferner die Fläche der mit einer eisernen Schiene versehenen Treppendecke.

Tabelle XVI.

Diese Tabelle ist ebenfalls ein Muster, wornach man sich im Aufrisse einer Treppe mit zirkelrunder Basis, üben kan. In der 2 Fig. ist dieser Aufriss mit einem eisernen Geländer versehen.

Tabelle XVII.

Die 1 Fig. enthält ein grosses Treppenhaus mit vier Treppen, deren jede mit vier Geländern versehen ist; wornach also sechzehn Geländer herauskommen. Der Grundriss enthält aber nicht mehr als vierzehn, indem das dritte Geländer jedesmahl für zwei Treppen bestimmt ist. Vier, mit Sockeln, Säulenfüssen und Capitälern versehene Pilaster tragen den gemeinschaftlichen Ruheplatz, welcher sich in der Mitte des Treppenhauses befindet. Der Durchschnitt in der 2 Fig, ist von der Grundflächenlinie A B genommen ; man sieht daselbst die Pilaster, Wangen, eisernen Geländer, Thüren und angebrachten Verzierungen.

Tabelle XVIII.

In dieser Tabelle ist der Grundriss und Durchschnitt einer, von den in vorstehender Tab. enthaltenen Treppen, nach einem vergrösserten Mass-

The Fig. 3 is the elevation of the second balustrade : one sees also, Fig. 4, the superior part of the count-timber *d'échiffre*, and its abutment-assemblage, ready to be fitted in. The Fig. 9 is the elevation of the third string-board ; the Fig. 10 is the first string-board of the second revolution.

The Fig. 11, 12, 13, 14 and 15, are particular details, but drawed in a larger compass, to indicate the kinds of assemblage.

Plate XIV.

The Fig. 1 is the plan of a stair-case having a square basis, similar to the stair-case of the Pl. XIII: the Fig. 2 is its elevation.

Plate XV.

The Fig. 1 is the plan of a full cylindrical spindle of a stair-case, having nuels S^t-Gille, as the one drawed Fig. 1 and 2, Pl. VIII; the Fig. 2 is a part of its elevation, which shows the *décollements* of the steps joined to it.

62. The delineation of the cylindrical spindle is easy, because one makes a second time square, the four faces of the piece of timber, and that one delineates in their middle, lines corresponding to the square draughts of the two ends, belonging already to the surface of the cylinder which one desires to form : one cuts square the four edges, which gives the cylinder the form of a straight prism having an octangular basis ; one draws again four lines to the surface of the cylinder ; one continues the cutting square of the edges, till 16, and even 32 faces, and afterwards one ends the cylindrical form : yet we suppose that the inferior extremity is perfectly lopped, and forms a plan perpendicular to the axis.

One marks successively on the surface of the cylinder the lines of the steps perpendicular, and those of the (*giron*) level, to hollow out the notches and the mortises which are to receive the assemblages to the *décollement* of the steps.

The Fig. 6 is the plan of a stair-case having a circulary basis with a cylindrical open spindle : the Fig. 7, 8, 9, 10, 11 and 12, are the details of the string-boards, and of their sections : the Fig. 13 shows the horizontal part of the said string-board, which borders the landing-place. The Fig. 3, 4 and 5, are the details drawed in a larger compass showing the profiles of the steps, of the plan, elevation and abutment-joint, of two string-boards ; besides, the surface of the cieling, trimmed with an iron *plat-band*.

Plate XVI.

It is also a lesson of exercise to draw the elevation of a stair-case having a circular basis ; that elevation, Fig. 2, is trimmed with an iron flight.

Plate XVII.

The Fig. 1 is a large *cage* including four stair-cases, each of which having four balustrades, which ought to make sixteen in all ; but the plan comprehends but 14, because every third flight is common to two stair-cases. Four pilasters adorned with pedestals, basis and chapiters, support the landing-place common, which is on the middle of the *cage*. The Fig 3 is a cutting taken over the line A B of the plan : it shows the pilasters, the sections of the flights common, and those of the landing-places; the string-boards and the iron-railings, the doors and the preparative joints.

Plate XVIII.

It contains the plan and the section of one of the stair-cases of the precedent plate, drawed in a larger compass, but composed of massive stones without

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Fig. 1 montre le solivage des paliers ; elle fait voir aussi que les marches des deux premières rampes sont scellées seulement à un de leurs bouts ; mais que celles des troisième et quatrième rampes n'ont point de scellement. A la Fig. 2, on voit les têtes des marches de la première rampe avec moulure contre-profilée, et l'épaisseur de la plate-bande en fer, qui est encastrée dans le bois, et fixée aux marches avec des vis à tête fraisée ; ensuite, le plafond de la seconde rampe, où la plate-bande est vue sur sa largeur, et le palier de repos vu en coupe ; c'est ce palier qui soutient les marches de la rampe commune. Ces marches sont vues en coupe, et appuyées au châssis de solivage du palier-milieu, sur lequel on doit arrêter solidement le bout des plates-bandes en fer, pour empêcher la vibration de cette grande volée, qui contient onze marches, outre la palière ; on voit aussi la partie supérieure des pilastres, et ses liens cintrés. La Fig. 3 montre le profil ou tête des marches de la deuxième rampe, dont on voit seulement le plafond à la Fig. 2.

La Fig. 4 est un aspect de marches ; on y voit leur plafond, garni d'une plate-bande en fer. La Fig. 5 est un autre aspect qui montre des marches garnies de boulons et de plates-bandes.

65. Les Fig. 6 et 7 sont des détails particuliers de barreaux de rampe en fer, dits isolés, avec supports terminés en patère. A la Fig. 6, on voit le bout du support, qui forme une double plinthe sous la base du barreau qui le traverse ; l'écrou qui est dessus est façonné en pomme de pin, et la patère y est vue de face ; on voit à la Fig. 7 la saillie du support et le profil de la patère.

Les Fig. 8, 9 et 10 sont aussi des détails de barreaux de rampe en fer, dits à empatement. On voit, Fig. 8, la surface supérieure des pates encastrées et vissées à fleur de la surface du giron de la marche ; à la Fig. 9, on voit le bout de la pate ; et à la Fig. 10, sa saillie.

Planche XIX.

Elle contient le plan et l'élévation d'un escalier à base octogone. La Fig. 1 montre le plan des quatre gros murs, qui ont chacun une baie de passage ; et les quatre murs en pan coupé, avec chacun une niche cintrée ; une galerie occupe une portion de la surface, forme un libre passage inscrit dans le périmètre de la base, et donne aussi la forme octogone au pourtour extérieur de l'escalier ; mais son noyau à jour est cylindrique. Huit colonnes, aux angles du polygone, sont les supports des rampes, qui forment deux escaliers sur une même base. La répartition de leurs marches a été faite sur la ligne de giron circulaire.

La Fig. 2 montre l'élévation des deux escaliers, garnis de rampes en fer ; celles des colonnes, des niches, des portes, etc., et la coupe des planchers, des galeries et des appartements attenants.

Planche XX.

Elle contient le plan et les détails de l'escalier octogone de la planche 18 ; mais dessinés plus en grand. La Fig. 1 est le plan d'une révolution entière, composée de 31 marches et du palier d'arrivée. La Fig. 2 est un dessin transposé qui montre la hauteur de la première marche, la crémaillère courbe au-dessus, et les deux crémaillères d'entre les trois premières colonnes. La Fig. 3 montre la deuxième crémaillère courbe ; et la Fig. 4, la crémaillère droite entre la quatrième et la cinquième colonne ; la Fig. 5, la crémaillère courbe de la cinquième rampe ; et la Fig. 6, la crémaillère droite entre la cinquième et la sixième colonne.

stabe abgebildet ; die Stufen sind aber aus einem einzigen Stücke Holz, und ohne Wangen. Die 1 Fig. zeigt die, zu den Ruheplätzen nöthigen Ruhebankwechsel ; auch sieht man ferner darin, dass die Stufen der zwei ersten Läufe, bloss mit einem Ende, die des dritten und vierten Laufes aber gar nicht in die Mauer oder Wand eingesetzt sind. In der 2 Fig. sehen wir an dem ersten Laufe, die mit verkröpftem Gesimse versehenen Enden der Stufen, so wie die Dicke des eisernen, ins Holz eingelegten Bandes, welches durch Schrauben mit versenkten Köpfen an die Stufen befestigt ist ; ferner die Treppendecke an dem zweiten Laufe, woselbst das eiserne Band seiner Länge nach zu sehen ist, und endlich den Durchschnitt des Ruheplatzes, welcher die Stufen der gemeinschaftlichen Läufe trägt. Diese Stufen, welche in ihrem Durchnitte dargestellt sind, werden an das, zum mittlern Ruheplatze gehörige Wechselgebälk befestigt ; daran muss auch das Ende der eisernen Bänder gehörig befestigt, und dadurch das Auseinanderweichen dieser grossen Windung, welche ausser den Ruheplätzen, eilf Stufen enthält, verhütet werden : auch sieht man daselbst den obern Theil der Pilaster, nebst ihren geschweiften Bügen. In der 3 Fig. erscheint das Profil oder Ende der Stufen, an dem zweiten Laufe, von welchem man in der 2 Fig. bloss die Treppendecke (Plafond) sieht.

Die 4 Fig. enthält eine Ansicht von Stufen, deren untere Seite mit einem eisernen Bande versehen ist. Die 5 Fig. zeigt eine andere Ansicht von Stufen, welche mit Schrauben, und eisernen Bändern befestigt sind.

65. In den Fig. 6 und 7 sind eiserne Geländerstäbe, deren Träger mit Scheiben versehen sind, vorgestellt. In der 6 Fig. ist das Ende des Trägers zu sehen ; es bildet am Fusse des Stabes, welcher hindurchgeht, ein doppeltes Fussgestelle ; die darunter befindliche Schraubenmutter hat die Gestalt eines Fichtenzapfens ; die Scheibe ist von vorn zu sehen : in der 7 Fig. ist der Vorsprung des Trägers, so wie das Profil der Scheibe oder Rosette vorgestellt.

Die Fig. 8, 9 und 10 enthalten ebenfalls Vorstellungen von eisernen, auf Blättern ruhenden Geländerstäben ; die 8 Fig. zeigt die obere Fläche dieser schwalbenschwanzförmigen Blätter ; sie sind in die Stufen horizontal eingelassen und mit Schrauben befestigt ; in der 9 Fig. sehen wir die Ansicht des Blattes, und in Fig. 10 den Vorsprung, oder die Seitenansicht.

Tabelle XIX.

In dieser Tabelle ist der Grund- und Aufriss einer achteckigen Treppe abgebildet. Die Fig. 1 enthält den Plan von vier dicken Hauptmauern, von denen eine jede mit einer zum Durchgange bestimmten Oeffnung versehen ist ; ferner die vier, zur Bildung des Achtecks nöthigen Mauern, allwo in jeder derselben eine Nische angebracht ist ; auf einem Theile des Raumes befindet sich eine Gallerie, welche auf dem Umkreise der Grundfläche einen freien Umgang offen lässt, und dem äussern Umfange der Treppe zugleich die achteckige Gestalt mittheilt ; die Treppenöffnung aber ist zirkelrund. Acht in den Winkeln des Polygons aufgestellte Säulen, tragen die Geländer, welche zwei Treppen auf der nämlichen Grundfläche umgeben. Die Stufen sind nach der zirkelrunden Stufenlinie eingetheilt worden.

Die 2 Fig. zeigt den Aufriss von zwei mit eisernen Geländern versehenen Treppen, so wie den Aufriss der Säulen, Nischen, Thüren, u. s. w ; endlich den Durchschnitt der Gebälke, Gallerien und der anstossenden Zimmer.

Tabelle XX.

Wir finden hier, die mehr im Grossen ausgeführte Vorstellung von der, in der Tab. XIX enthaltenen achteckigen Treppe. Die Fig. 1 ist der Plan von einer ganzen, aus 31 Stufen, und einem Vorplatze zusammengesetzten Windung. Die 2 Fig. ist eine transponirte Zeichnung, auf welcher wir die Höhe der ersten Stufe, den gebogenen, auf der ersten Stufe aufgesetzten Stegebaum, und die zwei Stegebäume zwischen den drei ersten Säulen sehen. Die 3 Fig. zeigt den zweiten gebogenen Stegebaum, und die Fig. 4, 5 und 6 die Stegebäume zwischen der vierten und fünften Säule.

string-boards. The Fig. 1 shows the joists of the landing-places ; it shows also that the steps of the two first flights are scaled only to one of their extremities : but that those of the third and fourth flight have no scalings. One sees, Fig. 2, the heads of the steps of the first flight with counter-profiled mouldings, and the thickness of the iron-band, fitted in the wood and fixed to the steps with screws ; also, the cieling of the second flight, where the *plat-band* is seen by its breadth, and the landing-place, by its profile (*en coupe*) : it is that landing-place which supports the steps of the balustrade common. Those steps are seen by their profiles, and leaned upon the frame of the joists of the middle landing-place, over which one must fix solidly the extremities of the iron-bands, to prevent the vibration of that long flight, containing eleven steps, besides the landing one : one sees also the upper part of the pilasters, and its arched bonds. The Fig. 3 shows the profile, or head of the steps of the second flight, whose cieling alone is to be seen Fig. 2.

The Fig. 4 is a view of steps : one sees their cieling, trimmed with an iron-band. The Fig. 5 is another view, which shows steps trimmed with bolts and iron-bands.

65. The Fig. 6 and 7 are particular details of the iron rails, called lonely, with supports ending in the form of a cup (*en patère*). One sees, Fig. 6, the extremity of the support, which forms a double plinth under the basis of the rail which crosses it ; the screw which is over it is worked in the shape of a pine apple, and the (*patère*) is seen in front ; one sees, Fig. 7, the jutty of the support and the profile of the (*patère*).

The Fig. 8, 9 and 10 are also the details of the iron-rails, called (*empatement*) base. One sees, Fig. 8, the upper surface of the feet fitted in and screwed close to the surface of the (*giron*) line of the middle of the step ; one sees, Fig. 9, the extremity of the foot ; and its jutty, Fig. 10.

Plate XIX.

It contains the plan and the elevation of a staircase, having an octangular basis. The Fig. 1 shows the plan of four large walls, having each a bay of passage ; and the four walls with their panes cut, each having an arched niche ; a gallery occupies a part of the surface, forms a free passage inscribed in the perimeter of the basis, and gives also the octangular shape to the external circumference of the stair-case ; but its open spindle is cylindrical. Eight columns, to the angles of the polygon, are the supports of the balustrades, which form two stair-cases on a same basis. The subdivision of their steps has been made on the circular line of circumference (de giron).

The Fig. 2 shows the elevation of the two stair-cases, trimmed with iron-balusters ; the elevation of the columns, niches and doors, etc. ; besides the cutting of the floors, galleries and of the appartments next to them.

Plate XX.

It contains the plan and the details of the octangular stair-case of the plate eighteenth, but drawed in a larger compass. The Fig. 1 is the plan of a whole revolution, composed of 31 step, and of the landing-place. The Fig. 2 is a transposed drawing, showing the height of the first step, the curved rack (*crémaillère*) over, and the two racks between the three first columns. The Fig. 3 shows the second curved rack ; and the Fig. 4 the straight one between the fourth and fifth column ; the Fig. 5, the curved rack

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maillère courbe du palier. Les Fig. 6 et 7 sont les détails des commissures d'about des crémaillères courbes, et de leurs boulons d'assemblage.

Les Fig. 8, 9 et 10 sont des détails de construction, dessinés encore plus en grand que ceux qui précèdent. La Fig. 8 montre les moulures et contre-profils de quatre têtes de marches, le joint et le boulon d'assemblage de deux crémaillères; la Fig. 9 montre les girons de ces têtes de marches, et les têtes des vis qui les fixent sur la crémaillère; on voit à la Fig. 10 lesdites vis sur leur longueur.

Planche XXI.

Elle contient le plan et l'élévation d'un escalier exécuté au château de Hohenheim, près de Stutgard, par M. Etzel, maître charpentier.

Quatre gros murs, contenant des baies de passage, forment une grande tour quarrée, ou principale enceinte des galeries qui sont à chacun des étages, et de plain-pied avec les appartements.

La Fig. 1 montre le solivage de la première galerie, les quatre poutrelles, qui forment un vide quarré, et le plan des quatre colonnes qui soutiennent les poutrelles; et quoique le vide formé par les galeries soit de forme quarrée, les limons qui soutiennent les marches sont cintrés en plan. Ce même plan contient la répartition des marches de deux révolutions. Au plan de celle qui sert à monter du rez-de-chaussée au premier étage, les marches sont droites et parallèles jusqu'à la neuvième; de là à la vingt-deuxième elles sont rayonnantes, et ensuite elles sont droites et parallèles jusqu'à la trentième qui est celle d'arrivée à la galerie. Arrivé à ce point, on passe à la portion voisine de la galerie pour se rendre à la trente-unième marche, qui est la première de la seconde révolution.

Le plan de cette seconde révolution est composé de limons courbes, de marches parallèles et de marches rayonnantes, semblables à ceux de la première; seulement, les points de partance et d'arrivée ne sont pas sur le même côté du quarré.

La Fig. 2 montre l'élévation de la première révolution; les limons y sont garnis de rampes en fer. A son arrivée, Fig. 3, on voit le garde-corps à hauteur d'appui, avec plinthe et tablette ornées de moulures. L'élévation de la seconde révolution est aussi garnie de rampes en fer. La troisième révolution, Fig. 4, a aussi son point de partance sur un autre côté du quarré, etc.

Les autres figures de cette planche, dessinées plus en grand, montrent des détails particuliers. La Fig. 5 est le plan d'une des colonnes et de sa base, du bout du limon qui s'assemble dans cette base, et celui des bouts de première, seconde et troisième marches; la Fig. 6 en est une élévation. La Fig. 7 est le plan et l'élévation du chapiteau et des poutrelles; la Fig. 8, la coupe des planchers de galerie, celle du garde-corps et une partie de son élévation avec arcades à jour. La Fig. 9 montre les profils et ajustements des marches d'arrivée.

Planche XXII.

La Fig. 1 est un plan semblable à celui de la Pl. XXI, mais accompagné du tracé particulier de chacun des limons et de leurs coupes. La Fig. 2 est le tracé du limon marqué A au plan, avec jambette et patin d'échiffre. Les Fig. 4, 6 et 8 sont pareillement le tracé des limons B, C, D. Les Fig. 3, 5 et 7 montrent le tracé des coupes, qui sont seulement une ligne droite, mais qu'on peut concevoir façonnées comme à la Fig. 16. Les limons E, F, G, H, sont de même tracés aux Fig. 9, 11, 13 et 15; les coupes y sont aussi tracées droites aux Fig. 10, 12 et 14, mais elles peuvent être exécutées selon le tracé de la Fig. 17.

den geraden zwischen der vierten und fünften Säule. In der 3 Fig. sehen wir den gebogenen Stegeruhebankwechsel, und in den Fig. 6 und 7, die Verbindung der gebogenen Stegebäume, nebst den, zu ihrer Zusammensetzung nöthigen Schrauben.

In den Fig. 8, 9 und 10, sind die Zeichnungen nach einem noch grössern Massstabe gefertiget. Die 8 Fig. enthält die Gesimse und Verkröpfungen an vier Stufenenden, nebst Zapfen und Schraube zu den zwei Stegebäumen: in der 9 Fig. sehen wir die Breite dieser Stufenenden, nebst den Schraubenköpfen, wodurch sie auf den Stegebaum befestigt werden; in der 10 Fig. sind diese Schrauben ihrer Länge nach abgebildet.

Tabelle XXI.

Wir sehen hierin den Grund-und Aufriss von einer Treppe, welche im Schlosse Hohenheim bei Stuttgart von dem Baumeister Etzel ausgeführt worden ist.

Vier starke Mauern, in denen Oeffnungen zu Durchgängen angebracht sind, bilden einen grossen viereckigen Thurm oder Umkreis zu den Gallerien, welche an jedes Stockwerk stossen, und zu den Zimmern führen.

Die 1 Fig. zeigt das Balkenwerk der ersten Gallerie, ferner die vier kleinern Balken, welche eine viereckige Oeffnung bilden, so wie den Plan der vier Säulen, wodurch diese Balken getragen werden: ohnerachtet der Raum, den die Gallerien einnehmen, von viereckiger Gestalt ist, so sind dennoch die Wangen, in denen die Stufen befestigt sind, zirkelförmig. Wir sehen ferner die Vertheilung der, in zwei Windungen enthaltenen Stufen. Bei der ersten Windung, auf welcher man aus dem Erdgeschoss ins erste Stockwerk gelangt, sind die Stufen gerade und parallel, bis zur neunten; von dieser bis zur zwei und zwanzigsten sind sie strahlenförmig, und sodann wieder gerade und parallel bis zur dreissigsten, auf welcher man zur Gallerie gelangt; von hier geht man an den, an die Gallerie anstossenden Theil, und gelangt sodann zur ein und dreissigsten Stufe, mit welcher die zweite Windung anfängt.

Diese zweite Windung besteht aus gebogenen Wangen, und aus parallelen und strahlenförmigen Stufen, wie bei der ersten Windung; nur dass der An- und Austritt sich nicht auf derselben Seite befindet.

Die 2 Fig. zeigt den Aufriss der ersten Windung: die Wangen sind daselbst mit eisernen Geländern versehen; an dem Antritte, Fig. 3, sieht man das Brustgeländer, dessen Fussgestelle und Auflage mit Gesimsen versehen sind. Der Aufriss der zweiten Windung enthält ebenfalls ein eisernes Geländer. Die dritte Windung, Fig. 4, hat ihren Austritt ebenfalls auf einer andern Seite, u. s. w.

Die andern, auf dieser Tabelle befindlichen Figuren, sind nach einem grössern Massstabe gezeichnet, und enthalten besondere Vorstellungen von andern Bestandtheilen. In der 5 Fig. sehen wir den Plan einer Säule, nebst ihrer Basis, so wie das Ende der Wange, welche in das doppelte Fussgestelle dieser Basis eingesetzt wird, ferner die Enden der 1, 2 und 3 Stufe; die 6 Fig. beschreibt einen Aufriss. Die 7 Fig. zeigt den Plan des Knaufs, und der Balken; die 8 Fig. den Durchschnitt des Gallerie-Gebälkes und Brustgeländers, so wie die Ansicht eines Theils des durchbrochenen Brustgeländers; die 9 Fig. stellt die Profile und Zusammensetzungen der Vorplatzstufen vor.

Tabelle XXII.

Der in der 1 Fig. befindliche Grundriss stimmt mit dem in der Tab. XXI beschriebenen überein, enthält aber ausserdem noch die besondere Vorstellung der Wangen und ihrer Durchschnitte. In der 2 Fig. ist die, im Grundrisse mit A, bezeichnete Wange, nebst dem Unterstützungspfosten und der Grundschwelle abgebildet; auf gleiche Weise sind in den Fig. 4, 6 und 8 die Wangen B, C, D, gezeichnet; die Fig. 3, 5 und 7 enthalten die Zeichnungen der Durchschnitte; selbige sind zwar bloss durch eine gerade Linie angedeutet, man kann sich aber ihre Gestalt, wie in Fig. 16 angezeigt ist, vorstellen. Die Wangen E, F, G, H, sind ebenmässig in den Fig. 9, 11, 13 und 15 gezeichnet: die

of the landing-place. The Fig. 6 and 7 are the details of the (*abutment-commissures*) of the curved racks, and of their assemblage-bolts.

The Fig. 8, 9 and 10 are details of construction drawed in a larger compass than the precedent ones. The Fig. 8 shows the mouldings and counter-profiles of four heads of steps, the joint and the fastening bolt of two racks; the Fig. 9 shows the *girons* of those heads of steps, and the heads of the screws which fix them over the rack; one sees, Fig. 10, the said screws by their length.

Plate XXI.

It contains the plan and the elevation of a staircase executed in the castle of Hohenheim, near Stutgard, by M. Etzel, chief carpenter.

Four large walls, containing passage-bays, form a large square tower, or rather a principal inclosure of the galleries of each story, which are even to the appartments.

The Fig. 1 shows the joists of the first gallery, the four small beams, forming a square vacuum, and the plan of the four columns which support the small beams; though the vacuum formed by the galleries has a square shape, the string-boards supporting the steps, are arched in plan. That same plan contains the subdivision of the steps of the two revolutions. On the plan of the revolution from the ground-floor to the first story, the steps are straight and parallel till the ninth; from which to the twenty-second they are half diametrical; and afterwards they are again straight and parallel till the thirtieth which is the landing one next to the gallery. From this point, one passes to the neighbouring part of the gallery to reach the one and thirtieth step, which is the first of the second revolution.

The plan of that second revolution is composed of curved string-boards, of parallel and half-diametrical steps, similar to those of the first; the points only of departure and landing are not on the same side of the square.

The Fig. 2 shows the elevation; of the first revolution; its string-boards are trimmed with iron-railings. To its landing place, Fig. 3, one sees the baluster (*à hauteur d'appui*) with a plinth and a shelf adorned with mouldings. The elevation of the second revolution is likewise trimmed with iron-railings. The third one, Fig. 4, has also its departure-point over another side of the square, etc.

The other figures of that plate, drawed in a larger compass, show particular details. The Fig. 5 is the plan of one of the columns and of its basis, of the extremity of the string board which is joined in that basis and the plan of the ends of the first, second and third steps. The Fig. 6 is its elevation; the Fig. 7 is the plan and the elevation of the chapiter and of the small beams; the Fig. 8, the cuttings of the floors of the galleries, of the baluster (garde-corps) and a part of its elevation with open vaults. The Fig. 9 shows the profiles and adjustings of the landing-steps.

Plate XXII.

The Fig. 1 is a plan similar to the one of the Pl. XXI, but followed by the particular delineation of each string-board and of their cuttings. The Fig. 2 is the delineation of the string-board, marked A, to the plan, with count-timber and patten *d'échiffre*. The Fig. 4, 6 and 8 are likewise the delineation of the string-boards B, C, D. The Fig. 3, 5 and 7 show the delineation of the cuttings, which are only a straight line, but which one may conceive to be formed as in the Fig. 16. The string-boards E, F, G, H, are likewise delineated, Fig. 9, 11, 13 and 15: the cuttings are also delineated straight, Fig. 10, 12 and 14, but they can be executed according to the delineation of the Fig. 17.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Fig. 18 est un plan, dessiné plus en grand, de deux des limons du noyau à jour; et la Fig. 19 en est l'élévation; les Fig. 20, 21 et 22 sont le tracé des coupes.

Planche XXIII.

La Fig. 1 de cette planche est une base d'escalier ovale, avec un noyau à jour aussi ovale; cette base contient deux rampes servant à deux paliers qui sont à même hauteur, et qui cependant appartiennent à des appartements particuliers et sans communication.

Chaque rampe est composée de vingt et une marches; leurs queues sont scellées et leurs têtes portées sur des limons. On voit la face et le pas des marches à la rampe qui est vis-à-vis la droite. Le tracé de son premier limon est Fig. 4; celui du second, Fig. 6; celui du troisième ou de palier, Fig. 7; et celui de leurs coupes d'about, Fig. 3 et 5. L'autre rampe montre son plafond; le tracé de ses limons se voit Fig. 9, 11 et 12; et les Fig. 8 et 10 en sont les coupes.

La Fig. 2 contient les élévations des deux escaliers; on y voit les limons garnis de rampes en barreaux de fer.

Planche XXIV.

Quand il est impossible de percer des jours latéraux pour éclairer une cage circulaire, et qu'elle ne peut recevoir de lumière que par une ouverture réservée dans le toit, on donne au noyau à jour de l'escalier la forme d'un cône tronqué renversé, afin que la lumière directe puisse éclairer au moins la portion dont chaque marche d'une révolution anticipe vers l'axe sur celles de la révolution supérieure, qui sont alors nécessairement plus courtes. Cela produit un effet beaucoup plus considérable qu'on ne le croirait d'abord; car, sur chaque marche, il arrive de la lumière directe, excepté dans la portion qui est au-delà d'une ligne oblique menée par l'arête inférieure du limon qui lui correspond dans la révolution supérieure, et par le bord opposé de l'ouverture du toit. Les praticiens désignent cette disposition particulière par le nom *Escalier à entonnoir*. On conçoit sans peine que dans ce cas, la projection horizontale du limon sera une spirale qui aura autant de révolutions que l'escalier doit en avoir lui-même; de manière que dans chacune des séries de marches dont l'escalier sera composé, chaque collet s'écartera successivement de l'axe, plus que le collet précédent, d'une quantité constante, si tous les pas ont même hauteur.

Lorsque le noyau à jour est cylindrique, la surface extérieure du limon suit si exactement la forme du cylindre inscrit, qu'une ligne verticale qu'on appliquerait à un point de cette surface, la toucherait exactement dans la totalité de la hauteur de l'escalier, de quelque nombre de révolutions qu'il fût composé. Ainsi, pour avoir le même degré de perfection, il faut que la surface extérieure du limon d'un escalier à entonnoir suive exactement la forme du cône même dans les parties horizontales qui ont nécessairement lieu aux paliers; et qu'une ligne d'apothème qu'on appliquerait à un point de cette surface, la touche exactement dans toute la hauteur de l'escalier. Le cas le plus fréquent, où l'escalier contient des paliers, présentant des difficultés pour le tracé de l'ételon, dans le moyen mécanique que les praticiens ont coutume d'employer, nous avons fait usage d'un moyen auxiliaire dont voici le détail.

Les Fig. 1 et 8 sont respectivement les descriptions horizontale et verticale d'un escalier à entonnoir dans une cage circulaire, ayant à chaque étage un palier

Schnitte sind daselbst ebenfalls gerade vorgestellt, wie in den Fig. 10, 12 und 14; allein sie können nach Massgabe der in der 17 Fig. enthaltenen Zeichnung ausgeführt werden.

Die 18 Fig. ist der mehr im Grossen gezeichnete Plan von den zwei Wangen an der Treppenöffnung, wovon die 19 Fig. den Aufriss vorstellt; die Fig. 20, 21 und 22 enthalten die Schnitte oder Fugen.

Tabelle XXIII.

Die erste Fig. zeigt den Grund einer ovalen Treppe, nebst ebenfalls ovaler Treppenöffnung; diese Stiege enthält zwei Läufe, welche zu zwei gleich hohen Ruheplätzen führen; diese Ruheplätze gehören zu besondern, in keiner Gemeinschaft mit einander stehenden Zimmern.

Jeder Lauf oder Windung besteht aus ein und zwanzig Stufen, welche mit dem einen Ende in die Mauer, und mit dem andern in die Wangen eingelassen sind. Man sieht die vordere Seite und den Auftritt der Stufen an diesen einander gegen über stehenden Läufen. Die Zeichnung der ersten Wange ist in Fig. 4; die der zweiten in Fig. 6; die der dritten, oder des Ruheplatzes in Fig. 7; und die der Schnitte in den Fig. 3 und 5 enthalten. Der andere Lauf zeigt die Treppendecke; in den Fig. 9, 11 und 12, sind die dazu gehörigen Wangen, und in den Fig. 8 und 10 die Schnitte derselben zu sehen.

In der 2 Fig. sind zwei Treppen im Aufrisse abgebildet: man sieht daselbst die Wangen, welche mit einem, aus eisernen Stäben zusammengesetzten Geländer versehen sind.

Tabelle XXIV.

Lassen sich zur Erhellung eines zirkelrunden Treppenhauses keine Oeffnungen an den Seiten anbringen, und muss um diesem Mangel abzuhelfen, das Licht durch eine im Dache angebrachte Oeffnung eingelassen werden, so giebt man der Treppenöffnung die Gestalt eines umgekehrten abgekürzten Kegels, damit das unmittelbar eindringende Licht in der untern Windung wenigstens den Theil der Stufen erhelle, welcher sich dem Mittelpunkte mehr nähert als die Stufen der obern Windung, wo solche nothwendiger Weise kürzer sind. Die Wirkung, welche dadurch hervorgebracht wird, ist stärker als man vermuthen sollte; denn auf jede Stufe fällt das Licht unmittelbar herab, ausgenommen den von der Axe am meisten entfernten Theil. In der Praxis wird diese Art von Treppen trichterförmige, oder *Trichtertreppen* genennt. Man wird diesem zu Folge leicht abnehmen, dass die horizontale Vorstellung der Wange eine spiralförmige Linie, mit ebensoviel Windungen bildet, als deren in der Treppe selbst enthalten sind, so dass in jeder Reihe Stufen, aus denen die Treppe zusammengesetzt ist, ein jeder Stufenhals sich einer nach dem andern, immer mehr von der Axe entfernt als der vorhergehende, und zwar nach einer bestimmten Anzahl, in so fern sämmtliche Tritte einerlei Höhe haben.

Ist die Treppenöffnung cylindrisch, so richtet sich die äussere Wangenfläche so genau nach der beschriebenen cylindrischen Form, dass wenn man eine verticale Linie an dieser Wangenfläche anbrächte, dieselbe diese Fläche die ganze Treppenhöhe hinauf, genau berühren würde, möchte auch die Stiege aus noch so vielen Windungen bestehen. Um nun ein und dasselbe Ebenmass die ganze Höhe hinauf zu erhalten, muss die äussere Wangenfläche einer trichterförmigen Treppe sich genau nach der Form des Kegels richten, und zwar selbst mit bei den horizontalen Theilen, was bei den Ruheplätzen der Fall ist; so dass eine an dieser Fläche angebrachte perpendiculäre Linie, diese Fläche genau die ganze Treppenhöhe hinauf berühren muss. Da es sehr häufig der Fall ist, dass wenn die Treppe Ruheplätze enthält, der mechanischen Zeichnung des Reissbodens sich Schwierigkeiten in den Weg legen, so haben wir zu deren Beseitigung folgendes Hülfsmittel aufgestellt.

Die Fig. 1 und 8 enthalten die horizontale und verticale Beschreibung einer trichterförmigen Treppe, mit zirkelrundem Treppenhause, woselbst bei jedem

The Fig. 18 is a plan, drawed in a larger compass, of two of the string-boards of the open spindle; the Fig. 19 is their elevation; and the Fig. 20, 21 and 22, are the delineation of the cuttings.

Plate XXIII.

The Fig. 1 of that plate is the basis of an oval stair-case, with an open spindle also oval; that basis contains two flights belonging to two landing-places having a same height, and which however belong to private appartments without any communication.

Each flight is composed of twenty one steps; their dove-tails are sealed and their heads supported by string-boards. One sees the front and the pace of the steps to the flight opposite the right. The delineation of its first string-board is Fig. 4; that of the second, Fig. 6; that of the third or of the landing-place, Fig. 7; and that of their abutment-sections, Fig. 3 and 5. The other flight shows its cieling; the delineation of its string-boards; is to be seen Fig. 9, 11 and 12; and the Fig. 8 and 10 are their cuttings.

The Fig. 2 contains the elevations of the two stair-cases, whose string-boards are trimmed with flights with iron-railings.

Plate XXIV.

When it is impossible to pierce lateral spaces to light a circular cage; when it receives light but by an opening kept in the roof, one gives to the open spindle of the stair-case, the shape of an over-turned lopped cone, in order that the direct light might fall at least on the part of each step of a revolution, which anticipates towards the axis over the steps of the upper revolution, which are then necessarily shorter. Which produces an effect much more considerable that one would have expected; for, the light falls directly over every step, except in the part which is beyond an oblique line lead by the inferior edge of the string-board corresponding to it in the upper revolution, and by the opposite brim of the opening of the roof. Practisers design that peculiar disposition by the name of funnel-like stair-case (*escalier à entonnoir*). It is easy to conceive that in that case, the horizontal projection of the string-board shall be a spiral, which shall have as many revolutions as the stair-case itself; so that, in each series of steps, composing the stair-case, each (*collet*) shall swerve successively from the axis, more than its precedent, of a constant distance, if all the steps have a same height.

When the open spindle is cylindrical, the external surface of the string-board follows so exactly the form of the inscribed cylinder, that a vertical line, applied to a point of that surface, would touch it exactly in the whole height of the stair-case, whatever might be the number of revolutions composing it. So, to have the same degree of perfection, the external surface of the string-board of a funnel-like stair-case must follow exactly the shape of the cone even in the horizontal parts required to the landing-places; so that a line (*d'apothème*) applied to a point of that surface, might touch it exactly in the whole height of the stair-case. In the case which occurs the oftenest, where the stair-case contains landing-places, presenting difficulties for the delineation of the *ételon*, in the mechanical means, employed usually bh practisers we have made use of an auxiliary way; whose detail follows.

The Fig. 1 and 8 are respectively the horizontal and vertical descriptions of a stair-case *à entonnoir*, in a circular *cage*, having to each story a landing-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui sert à deux baies de portes. Par le centre C du grand cercle A E B D, on a d'abord tracé la ligne d'axe D C c d, commune aux deux figures, et sa perpendiculaire a b qui les sépare. Ensuite sur cette dernière on a marqué le diamètre e f de la section qui tronque le cône à rez-de-chaussée, et le diamètre g h de la section qui doit avoir lieu à la hauteur de la surface supérieure du palier du premier étage, sur une autre perpendiculaire à l'axe, prise elle-même à hauteur de l'étage. Les lignes e g, f h sont ainsi les apothèmes du cône tronqué que doit former le noyau à jour; et en portant ensuite l'épaisseur du limon de e f, g h en k j, l i; puis divisant en deux parties égales a k, b j, r l, q i, en n, o, p, m, les lignes i j, k l sont les apothèmes de la surface conique intérieure des limons, et n m, o p ceux du cône que doit former la ligne de giron.

Pour tracer la spirale de giron, on a divisé en un même nombre de parties égales (28 dans cet exemple) la hauteur d'étage, d'une part, et de l'autre, la circonférence de la base, à partir d'un point voisin de celui où doit être placée la première marche; et par ces points de division, l'on a mené, Fig. 8, des horizontales 1 *a*, 2 *b*, 3 *c*, 4 *d*, etc., qui sont ainsi en progression arithmétique, et Fig. 1 des rayons C 1, C 2, C 3, C 4, etc. Sur chacune des rayonnantes du plan, on a porté l'horizontale correspondante de l'élévation, 1 *a* de C en *a'*, 2 *b* de C en *b'*, 3 *c* de C en *c'*, etc. Il est évident que la courbe qui passe par tous les points *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, etc., est une spirale parfaitement régulière, au moyen des divisions qui sont appliquées sur l'arc occupé par le palier; aussi bien que sur l'arc occupé par les marches.

C'est sur cette spirale qu'a été faite la répartition des marches, en la divisant en parties égales depuis le point 1′ pris au-delà de la baie de porte où a été placé le point D, jusqu'au point 21′, arrivée du palier pour passer à la baie voisine du point B, ou à celle qui est au-dessus du point D. La vingt-deuxième marche qui commence la seconde révolution, a été fixée de même au point 22′, près de cette dernière baie; ce qui montre que le palier occupe plus du quart de la circonférence.

Dans ces sortes d'escaliers, les praticiens ont coutume de diriger les marches au centre de la base; mais si elles étaient normales à la courbure du limon, qui doit être aussi une spirale, elles seraient d'un meilleur effet. C'est aussi le genre d'escaliers où il conviendrait le mieux d'employer les marches avec moulures contre-profilées, à cause de la difficulté d'exécuter des limons parfaits de cette forme. D'ailleurs, quand bien même on aurait atteint dans la confection et au levage, le degré de perfection désiré, l'effet des plâtres, le desséchement des bois, quelque tassement, etc., doivent amener des irrégularités qui détruiraient le succès des soins qu'on aurait donnés à la manipulation.

Pour tracer les projections tant horizontales que verticales du limon, après avoir tracé au plan les arêtes des marches 1′, 2′, 3′, etc., et à l'élévation, partagé la hauteur d'étage en hauteurs de pas aux points 1′, 2′, 3′, etc., et mené par chaque point de division une horizontale pour chaque marche, qui coupe les obliques e g, k l; on marquera encore par d'autres horizontales pour chaque marche, la hauteur de socle en dessus, et en dessous la hauteur de ressocle, déduites l'une l'autre de la coupe relative à cette marche, telle qu'on en voit Fig. 2, 4 et 6. Alors, les distances de l'axe c d aux intersections des

Stockwerke ein Ruheplatz zum Eingange in die Zimmer dient. Durch den Mittelpunkt C, des grossen Zirkels A E B D, ist die Axen-Linie D C c d, welche beiden Figuren gemeinschaftlich ist, und sodann üire Perpendicularlinie a b, welche selbige von einander sondert, gezogen worden. Auf dieser letzteren ist hierauf der Diameter e f des Durchschnitts, welcher den Kegel im Erdgeschoss abkürzt, so wie der Diameter g h, desjenigen Durchschnittes gezeichnet worden, welcher auf der Höhe der amersten Stockwerke befindlichen Ruheplatzfläche und zwar auf einer andern in der Axe befindlichen Perpendicularlinie Statt hat, wobei die Axe selbst in der Höhe des Stockwerks genommen ist. Die Linien e g, f h, sind demnach die Seitenlinien des abgekürzten Kegels, den die Treppenöffnung vorstellen soll; und wenn man sodann die Dicke der Wangen von e f, g h, nach k j, l i, bringt, und a k, b j, r l, q i, in n, o, p, m, in zwei gleiche Theile theilt, so sind die Linien i j, k l die Seitenlinien für die conische innere Wangenfläche, und n m, o p, die der conischen Stufenlinie.

Um die spiralförmige Stufenlinie zu zeichnen, hat man einerseits die Höhe des Stockwerks, und andrerseits die Circumferenz der Grundfläche, in eine übereinstimmende Anzahl gleicher Theile (in gegenwärtigem Exempel 28) getheilt, wobei man von einem Punkte ausgeht, welcher sich nahe an dem befindet, wo die erste Stufe angelegt werden soll. Durch diese Theilungspunkte sind in Fig. 8, die horizontalen Linien 1 *a*, 2 *b*, 3 *c*, 4 *d*, etc., welche sich sonach in arithmetischer Progression befinden, und in Fig. 1, die Radii C 1, C 2, C 3, C 4, etc., geführt worden. Auf jeder im Plane befindlichen strahlenförmigen Linie ist die correspondirende horizontale Linie des Aufrisses, 1 *a* von C nach *a'*, 2 *b* von C nach *b'*, 3 *c* von C nach *c'*, etc., getragen worden. Es ist ausser allen Zweifel, dass vermittelst der Theilungen welche sowohl an der Rundung des Ruheplatzes, als auch an der Rundung der Stufen Statt haben, der Bogen, welcher durch die Punkte *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, etc. geht, eine vollkommen regelmässige Spirallinie bildet.

Nach dieser Spirallinie hat die Eintheilung der Stufen dadurch Statt gehabt, dass selbige in gleiche Theile getheilt worden sind, und zwar von dem Punkte 1′ an, welcher jenseits der Thüröffnung, wo der Punkt D gezeichnet ist, genommen worden ist, bis zum Punkte 21′, oder dem Antritt zum Ruheplatze, worauf man theils zu der in der Nähe des Punktes B, theils zu der über dem Punkte D befindlichen Thüröffnung gelangt. Die 22ste Stufe, mit welcher die zweite Windung anfängt, ist gleichergestalt bei dem Punkte 22′, und nahe an dieser letztern Thüröffnung angesetzt worden; woraus sich ergiebt, dass der Ruheplatz mehr als ein Viertel von der Circumferenz einnimmt.

Bei dieser Art von Treppen pflegen die Baumeister die Stufen nach dem Mittelpunkte zu richten; die Wirkung würde aber noch besser seyn, wenn selbige mit der Biegung der Wange, welche ebenfalls eine spiralförmige Linie bilden soll, übereinstimmend wären. Auch würde es zweckmässiger seyn, wenn man die Stufen bei diesen Treppen mit verkröpften Gesimsen versähe, weil es stets mit Schwierigkeiten verbunden ist, wenn man die Wangen genau nach dieser Form ausführen will. Und wenn man auch, bei der Erbauung sowohl als bei dem Aufsetzen die erforderliche Genauigkeit erreicht hätte, so würde doch die Wirkung des Gipses, das Eintrocknen des Holzes, und andere Umstände mehrere Unregelmässigkeiten herbeiführen, und den den bezweckten Erfolg vereiteln.

Will man die horizontale Vorstellung der Wange sowohl als die verticale zeichnen, und hat man im Plane die Kanten der Stufen 1′, 2′, 3′, etc., gezeichnet, und im Aufrisse die Höhe des Stockwerks bei den Punkten 1′, 2′, 3′, etc., in Stufenhöhen abgetheilt, auch durch jeden Theilungspunkt, für jede Stufe eine horizontale Linie, welche die schrägen Linien e g, k l, durchschneidet, geführt, so zeichne man noch vermittelst anderer horizontalen Linien, für jede Stufe die obere und untere Backenhöhe, wobei die eine sowohl als die andere von dem, diese Stufe betreffenden Durchschnitt abgezogen wird,

place, common to two door-bays. By the center C of the large circle A E B D, one has first delineated the axis line D C c d, common to the two figures, and its perpendicular a b which parts them. Then on that last, one has marked out the diameter e f of the section which lops the cone to the ground-floor, and the diameter g h of the section which is to take place to the height of the upper surface of the landing-place of the first story, over another perpendicular to the axis, taken likewise to the height of the story. So the lines e g, f h, are the *apothems* of the loped cone which is to be formed by the open spindle; carrying afterwards the thickness of the string-board from e f, g h, in k j, l i; then dividing in two equal parts a k, b j, r l, q i, in n, o, p, m, the lines i j, k l, are the *apothems* of the internal conical surface of the string-boards; and n m, o p, those of the cone which is to be formed by the line of *giron*.

To delineate the spiral line of *giron*, one has divided in a same number of equal parts (28 in this example) the height of a story, on one side; on the other, the circumference of the basis, beginning to a point next to the one where the first step is to be laid; and by those dividing points, one has described, Fig. 8, the horizontal lines 1 *a*, 2 *b*, 3 *c*, 4 *d*, etc., which have an arithmetical progression, and Fig. 1, the radiuses C 1, C 2, C 3, C 4, etc. Over each half-diametrical line of the plan, one has carried the corresponding horizontal one of the elevation, 1 *a*, from C to *a'*, 2 *b*, from C to *b'*, 3 *c*, from C to *c'*, etc. It is evident that the curve passing by all the points *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, etc., is a spiral line perfectly regular, by means of the divisions applied over the arc, occupied by the landing-place, and over the one, occupied by the steps.

It is on that spiral line that the subdivision of the steps has been made, in dividing it in equal parts from the point 1′ taken beyond the door-bay where the point D has been placed, till the point 21′, arrival of the landing-place to pass to the bay next to the point B, or to the one which is over the point D. The 22d step which begins the second revolution, has been fastened likewise, to the point 22′, near that last bay; which shows that the landing-place occupies more than a quarter of the circumference.

In those kinds of stair-cases, practisers direct usually the steps to the center of the basis; but if they were (*normales*) to the curvity of the string-board, which must be also spiral, they would have a better appearance. It is also the kind of stair-cases where it would be more convenient to employ steps with counter-profiled mouldings, on account of the difficulties one meets to execute perfect string-boards in that shape. Besides, even, if in the confection and (*levage*), one had reached the wished for degree of perfection; the effect of the plaster, the drying of the timber, some *tassement*, must bring unevennesses which would annihilate the success one ought to expect from the cares given to the *manipulation*.

To delineate the horizontal or vertical projections of the string-board, after having delineated to the plan, the edges of the steps 1′, 2′, 3′, etc., and divided to the elevation, the height of each story in heights of steps to the points 1′, 2′, 3′, etc., after having besides drawed by each dividing point an horizontal line for each step, cutting the oblique ones e g, k l; one will still mark by other horizontal lines for each step, the height of the *socle*, over, and under the height of the foot of the *socle* (*ressocle*), deducted both from the cutting relative to the step, such as may be seen, Fig. 2, 4 and 6. Then the dis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lignes e g, k l, par l'horizontale de socle, étant portées au plan du centre c sur la projection de l'arête, y donneront les projections des points de passage des deux arêtes supérieures du limon au-dessus de cette marche; et les distances de l'axe aux intersections des mêmes obliques par l'horizontale de ressocle, donneront de même les projections horizontales des deux arêtes inférieures du limon au-dessous de la même marche. L'opération étant faite ainsi pour chaque marche, on joindra par une courbe chacune de ces familles de points qui fourniront ainsi quatre spirales concentriques, dont deux forment la projection de la surface supérieure du limon, et les deux autres celle de sa surface inférieure.

Pour former la projection verticale du même limon, Fig. 8, que quelques-uns appellent aussi le dessin géométral, il suffit, pour chaque marche, de renvoyer en élévation par des parallèles à l'axe, les quatre points du plan qui y déterminent le passage des quatre arêtes du limon relativement à cette marche; c'est-à-dire que les intersections de la direction de la marche par les deux spirales qui représentent au plan la surface supérieure du limon, doivent être renvoyées dans l'élévation sur l'horizontale de socle, établie au-dessus de l'horizontale d'arête de la quantité de recouvrement qu'on veut avoir au-dessus des marches; et que les intersections de la même direction de marche par les spirales de la surface inférieure du limon, doivent être renvoyées sur l'horizontale de ressocle, établie au-dessous de celle d'arête, comme il a été dit, au moyen des Fig. 2, 4 et 6. Les quatre courbes que l'on fera passer par chacun de ces quatre sortes de points qui appartiennent à chaque marche, donneront les projections verticales des quatre arêtes du limon.

On aura de même les projections verticales des queues des marches visibles, en renvoyant en élévation, Fig. 8, les points d'intersection de la circonférence de la base par les directions des marches, Fig. 1, chacune sur l'horizontale d'arête qui lui est relative; en renvoyant de même pour la partie opposée, sur les horizontales de ressocle qui leur sont relatives, les intersections de la circonférence par les directions des autres marches, on aura la projection verticale de l'arête hélicoïde que la portion visible du plafond forme dans la tour creuse.

Les Fig. 3, 5 et 7 sont les tracés particuliers des parties du limon de l'étage, et celles 2, 4 et 6 en sont les coupes d'about.

Planche XXV.

La Fig. 1 est une base circulaire sur laquelle sont disposés trois escaliers distincts pour monter au même étage, mais arrivant à deux paliers opposés et qui n'ont aucune communication. Deux de ces escaliers sont à la circonférence de la cage et arrivent à hauteur d'étage par une demi-révolution: celui qui est vis-à-vis la droite du spectateur conduisant au palier qui est en face, l'autre conduisant au palier situé sur le point de départ du premier. Ces deux escaliers laissent vide un très-grand noyau à jour circulaire dans lequel est placé le troisième escalier; lui-même aussi avec noyau à jour de même forme, montant à même hauteur par une révolution entière, et arrivant au même palier que le second. En sorte que par l'une des deux baies de passage que présente la cage, par l'une, on peut monter à volonté à chacun des deux paliers; mais en entrant dans la cage par l'autre baie, on ne peut monter qu'au palier qui lui est opposé.

wie bei den Fig. 2, 4 und 6, zu sehen ist. Wenn sodann im Plane die Abstände der Axe c d bei den Durchschnittslinien e g, k l, die horizontale obere Balkenlinie, vom Mittelpunkte c, auf die Vorstellung der Kante gebracht worden sind, so geben sie daselbst die Vorstellung der Bestimmungspunkte für die beiden über dieser Stufe befindlichen obern Wangenkanten; und die Abstände der Axe bei den Durchschnitten der nämlichen schrägen Linien in die horizontale untere Bakenlinie, geben gleichergestalt die horizontale Vorstellung der beiden untern Wangenkanten, unter der nämlichen Stufe. Ist auf diese Art die Operation für jede Stufe vollendet, so vereinigt man vermittelst eines Bogens diese sämtlichen Arten von Punkten, welche solchergestalt vier concentrische Spirallinien bilden, von denen zwei die Vorstellung der obern Wangenfläche, und die beiden andern, die Vorstellung der untern formiren.

Will man nach Massgabe der 8 Fig., die verticale Vorstellung derselben Wange zeichnen, welches einige die geometrische Zeichnung nennen, so ist es genug, wenn man für jede Stufe die vier Punkte welche im Grundrisse den Bestimmungspunkt der vier Wangenkanten an dieser Stufe ausmachen, vermittelst der daselbst vorgestellten, mit der Axe parallellaufenden Linien, im Aufrisse zeichnet; das heisst, die Durchschneidungen der Stufenrichtung durch die beiden Spirallinien, welche im Grundrisse die obere Fläche der Wange vorstellen, müssen im Aufrisse auf die horizontale obere Stegenlinie gebracht werden, welche über der horizontalen Kantenlinie, wodurch die über den Stufen anzubringende Höhe der Backen, oder Bekleidung bestimmt wird, genommen ist; und die Durchschneidungen der nämlichen Stufenrichtung durch die Spirallinien der untern Wangenfläche, müssen auf die horizontale untere Trittlinie gebracht werden, welche unter der horizontalen Kantenlinie genommen ist, wie solches aus den Fig. 2, 4 und 6 erhellt. Die vier Bogen, welche man durch einen jeden von diesen vier, zu jeder Stufe gehörigen Arten von Punkten zieht, geben die verticalen Vorstellungen der vier Wangenkanten.

Die verticale Vorstellung der sichtbaren Stufenenden erlangt man dadurch, dass man nach Fig. 8, die Durchschneidungspunkte des Grundflächen-Umkreises durch die Richtungen der Stufen, Fig. 1, im Aufrisse zeichnet, und zwar eine jede auf der horizontalen Kantenlinie, zu welcher sie gehört: führt man gleichergestalt für die entgegengesetzte Seite, die Durchschneidungspunkte des Grundflächen-Umkreises durch die Richtungen der andern Stufen, auf die dazu gehörigen horizontalen untern Trittlinien, so erhält man die verticale Vorstellung der spiralförmigen Kante, welche der sichtbare Theil der Treppendecke in dem runden Treppenhause bildet.

Die Fig. 3, 5 und 7 geben die besondere Vorstellung von den Wangentheilen des Stockwerks; die Fig. 2, 4 und 6, zeigen davon die Schnitte oder Fugen.

Tabelle XXV.

Die 1 Fig. enthält eine zirkelrunde Grundfläche mit drei von einander unterschiedenen Treppen, welche zwar in dasselbe Stockwerk führen, wobei man aber zu zwei einander entgegengesetzten, und unter sich in keiner Gemeinschaft stehenden Ruheplätzen gelangt. Zwei von diesen Treppen befinden sich im Umkreise des Treppenhauses, und führen auf einer halben Windung zur Höhe des Stockwerkes: diejenige welche sich vor der hinaufsteigenden Person zur Rechten befindet, führt zu dem gegen über stehenden Ruheplatze; auf der andern gelangt man zu dem auf dem Antrittspunkte der ersten Treppe gelegenen Ruheplatze. In der Mitte dieser Treppen befindet sich eine sehr grosse zirkelrunde Oeffnung, in welcher die dritte Treppe mit einer gleichförmigen Oeffnung angebracht ist, und worauf man, auf einer ganzen Windung zu derselben Stockwerkhöhe, und zu dem nämlichen Ruheplatze wie auf der zweiten Treppe gelangt. Geht man also durch den einen Eingang des Treppenhauses, so kann man nach Belieben zu einem jeden der beiden Ruheplätze gelangen; geht man aber durch den andern,

tances of the axis c d, to the intersections of the lines e g, k l, by the horizontal line of the *socle*, being carried to the plan from the center c over the projection of the edge, shall give the projections of the passage-points of the two upper edges of the string-board over that step; the distances from the axis to the intersections of the same oblique lines by the horizontal one of the *ressocle*, shall give likewise the horizontal projections of the two inferior edges of of the string-board under the same step. That operation being made for each step, one will join by a curve each one of those series of points which shall afford thus four concentrical spiral lines, two of which form the projection of the upper surface of the string-board, and the two other that of its inferior surface.

To form the vertical projection of the same string-board, Fig. 8, called by some *geometrical draught*, it is sufficient, for each step, to raise up by parallels to the axis, the four points of the plan which determine the passage of the four edges of the string-board relatively to that step; that is to say, that the intersections of the direction of the step by the two spiral lines representing on the plan the upper surface of the string-board, must be sent back in the elevation over the horizontal line of the socle, established over the horizontal one of the edge of the quantity of *recouvrement*, lapping over, required, over the steps; likewise the intersections of the same direction of steps, by the spiral lines of the inferior surface of the string-board, must be sent back too over the horizontal line of the *ressocle*, established under the horizontal one of the edge, as it has been said, by means of the Fig. 2, 4 and 6. The four curves, which one will make pass by each of those four kinds of points, belonging to each step, shall give the vertical projections of the four edges of the string-board.

One shall have likewise the vertical projections of the dove-tails of the visible steps, in sending back in elevation, Fig. 8, the intersecting points of the circumference of the basis, by the directions of the steps, Fig. 1, each on its relative horizontal line of edge; sending back likewise as to the opposite part, over their relative horizontal lines of *ressocle*, the intersections of the circumference by the directions of the other steps, one shall have the vertical projection of the helicoid edge formed by the visible part of the cieling in the hollow tower.

The Fig. 3, 5 and 7, are peculiar delineations of the parts of the string-board of the story, and the Fig. 2, 4 and 6, are its abutment-sections.

Plate XXV.

The Fig. 1 is a circular basis on which are disposed three distinct stair-cases to ascend a same story, but ending two opposite landing-places without any communication. Two of those stair-cases are in the circumference of the cage and reach the height of a story by a semi-revolution: the one which is opposite the right hand of the beholder leads to the fronting landing-place; the other to the landing-place situated on the (*point de départ*) beginning of the first. Those two stair-cases leave empty a very large circular open-spindle in which is placed the third stair-case, having itself an open-spindle of a same shape, going up a same height by a whole revolution, and reaching a same landing-place as the second. So that by one of the two passage-bays of the cage, one can at one's will ascend to each of the two landing-places; but if one enters the cage by the other bay, one can walk up but its opposite landing-place.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Fig. 2 contient les élévations des trois escaliers et la coupe de l'un des paliers. Pour que ce dessin puisse faire voir l'ensemble, on a été obligé d'y supprimer la presque totalité de la moitié antérieure des murs de cage. Par ce moyen, on y voit la face ou le pas des marches du grand escalier que les praticiens disent *de gauche*; le plafond de celui de droite; la face du commencement et le plafond de la fin du troisième, avec les volutes des limons de celui-ci, son patin et sa jambette d'échiffre. On y voit aussi les rampes en fer dont sont garnis les limons de chacun des trois escaliers; la baie de passage en face; les joints d'appareil des murs, et enfin le commencement de la seconde révolution.

Planches XXVI et XXVII.

Les Fig. 1, 2 et 3 sont trois plans semblables à la Fig. 1 de la vingt-cinquième planche : chacun des trois escaliers est composé de vingt-six marches; celles des grandes rampes, Fig. 1 et 2, ont un bout scellé et l'autre assemblé dans un limon; mais à celui de la Fig. 3, les marches sont soutenues par deux cours de limons.

Le tracé du limon A de la Fig. 1 est développé Fig. 4 : on y voit aussi son patin et sa jambette d'échiffre. A la Fig. 5, on voit le tracé du limon B, et à la Fig. 6, celui du limon de palier C; leurs coupes d'about sont tracées Fig. 7 et 8. Les limons D, E, sont pareillement tracés aux Fig. 9 et 10; et leurs coupes d'about aux Fig. 12, 13 et 14. Les Fig. 15, 16 et 11, sont les tracés des limons G, H, et de celui du palier I; celui de leurs coupes est aux Fig. 17 et 18. Le tracé des limons J, K, L, M, N, est aussi détaillé aux Fig. 19, 20, 21, 22 et 23; celui de leurs coupes est Fig. 24, 25, 26, 27 et 28.

Les Fig. 29 et 30 sont des coupes d'abouts dessinées plus en grand; et la Fig. 31, un détail particulier du palier.

Planche XXVIII.

La Fig. 1 est une cage circulaire avec quatre baies de passage diamétralement opposées l'une à l'autre au rez-de-chaussée. (Voyez les abords en K, J, L, Fig. 2.) Sur la base circulaire de cette cage, on a disposé quatre rampes d'escaliers distincts, aussi de forme circulaire, montant tous à la même hauteur d'étage par une demi-révolution, mais arrivant chacun à un des quatre paliers différents attenant les quatre baies I, J, K, L, du premier étage; en sorte que, malgré leur similitude deux à deux par leurs plans, ces quatre escaliers n'ont aucune communication à leurs points d'arrivée et peuvent faire le service de quatre appartements habités par quatre familles, ou isolés pour tout autre motif. Par sa composition, ce plan permet, en entrant dans la cage par les baies du rez-de-chaussée, de prendre à son choix l'une ou l'autre des quatre rampes, pour monter au premier étage.

Deux de ces quatre escaliers sont répartis vers la circonférence de la cage, ont plus de longueur d'emmarchement, plus de giron, et moins de hauteur de pas; les deux autres occupent la périphérie du grand noyau à jour laissé vide par les premiers, et ont eux-mêmes un noyau à jour aussi circulaire. Ceux-ci étant de dimensions plus petites, ont moins d'emmarchement, moins de giron, et plus de hauteur de pas; d'où il suit que chacun est composé d'un moins grand nombre de marches.

Aux deux grands escaliers, les queues des marches sont scellées dans les murs d'enceinte, et les têtes assemblées dans un limon; aux deux petits, les

so kommt man bloss zu dem entgegengesetzten Ruheplatze.

In der 2 Fig. sieht man die Aufrisse von den drei Treppen, so wie den Durchschnitt des einen Ruheplatzes. Wegen der Darstellung des Ganzen, hat man beinahe die ganze vordere Hälfte der Treppenhausmauern weglassen müssen. Sonach sieht man jetzt die vordere Seite, oder die Stufentritte der grossen oder linken Treppe; ferner die untere Seite der rechten, so wie die vordere Seite am Anfange, und die untere Seite am Ende der dritten Treppe, nebst den an ihren Wangen befindlichen Schnecken, so wie ihre Grundschwelle und ihren Unterstützungspfosten. Man sieht auch die an den Wangen der drei Treppen befindlichen eisernen Geländer; die vordere Seite des Einganges; die Verzierungen an den Mauern, und endlich den Anfang der zweiten Windung,

Tabelle XXVI und XXVII.

Die Fig. 1, 2 und 3, enthalten drei, mit Fig. 1, Tab. XXV übereinstimmende Grundrisse : eine jede von den drei Treppen besteht aus 26 Stufen; die Stufen an den grossen Geländern Fig. 1 und 2 sind mit einem Ende in die Mauer, und mit dem andern in eine Wange eingesetzt; bei der Treppe in der 3 Fig. aber werden die Stufen von zwei Wangen getragen.

Die Zeichnung der Wange A, Fig. 1, ist in Fig. 4 vorgestellt : wir sehen daselbst zugleich auch die Grundschwelle nebst dem Unterstützungspfosten; in der 5 Fig. ist die Wange B, und in Fig. 6, die Ruheplatzwange C gezeichnet : ihre Zusammenschnitte oder Fugen befinden sich in den Fig. 7 und 8. Die Wangen D, E, sind gleichergestalt in den Fig. 9 und 10, und ihre Schnitte in den Fig. 12, 13 und 14 gezeichnet. Die Fig. 15, 16 und 11 sind die Vorstellungen von den Wangen G, H, so wie von der Wange am Ruheplatze I; ihre Schnitte befinden sich in den Fig. 17 und 18. In den Fig. 19, 20, 21, 22 und 23, sind die Wangen J, K, L, M, N, und in den Fig. 24, 25, 26, 27 und 28, ihre Zusammenschnitte dargestellt.

Die Fig. 29 und 30 enthalten Zusammenschnitte nach einem grössern Massstabe; und die Fig. 31 eine besondere Darstellung des Ruheplatzes.

Tabelle XXVIII.

Die Fig. 1, zeigt ein zirkelrundes Treppenhaus mit vier Eingängen, welche im Erdgeschoss einander gegen über stehen (man sehe die Eingänge bei K, J, L, Fig. 2,). Auf der zirkelrunden Grundfläche dieses Treppenhauses sind vier, mit Geländern versehene, und von einander unterschiedene, ebenfalls zirkelrunde Treppen aufgerichtet worden : und ohnerachtet sie sämmtlich auf einer halben Windung zu derselben Stockwerkhöhe führen, so gelangt man dennoch auf jeder einzelnen Treppe zu einem von den vier unterschiedenen Ruheplätzen, welche an die vier am ersten Stockwerke befindlichen Eingänge I, J, K, L stossen : und ob sich schon zwei und zwei dem Grundrisse nach, einander gleichen, so stehen doch diese vier Treppen bei dem Eingange zu den Zimmern in keiner Gemeinschaft mit einander, so dass sie entweder von vier verschiedenen Familien, welche vier besondere Zimmer bewohnen, oder einzeln auf jede andere Weise benutzt werden können. Die Anordnung des Planes verstattet es, dass man auf jeder beliebigen Treppe zum ersten Stockwerke gelangen kann.

Zwei von diesen Treppen nehmen den Umkreis des Treppenhauses ein, und haben längere und breitere, aber nicht so hohe Stufen : die beiden andern befinden sich in dem Umkreise der grossen, von den ersten beiden Treppen leer gelassene Oeffnung, und haben auch ihrerseits eine zirkelrunde Oeffnung. Da der Umfang dieser letztern nicht so beträchtlich ist, so sind auch die Stufen weder so lang, noch so breit, aber höher als bei den vorigen, auch besteht aus diesem Grunde eine jede von diesen letztern Treppen aus weniger Stufen.

Bei den grossen Treppen sind die Stufen mit dem einen Ende in die Mauer, und mit dem andern in eine Wange eingesetzt; bei den zwei kleinern wer-

The Fig. 2 includes the elevations of the three stair-cases and the cutting of one of the landing-places. In order that drawing might show the *ensemble* (a general view), one has been obliged to suppress almost the totality of the foremost half of the panes of the cage. By those means, one sees the front or height (*pas*) of the steps of the large stair-case, called by practisers (*de gauche*) *left*, as they call the cieling (*de droite*) *right*; the front of the beginning and the cieling of the end of the third, with the volutes of its string-boards, its patten, and its count-timber (*d'échiffre*) *profile*. One sees also the iron-rails which trim the string-boards of each one of the three stair-cases; the fronting passage-bay; the preparative joints of the walls, and at last the beginning of the second revolution.

Plates XXVI and XXVII.

The Fig. 1, 2 and 3, are three plans similar to the Fig. 1 of the 25th. plate : each of the three stair-cases is composed of 26 steps; those of the large balusters, Fig. 1 and 2, have an end sealed and the other joined in a string-board : but the steps of the stair-case of the Fig. 3 are supported by two ranges of string-boards.

The delineation of the string-board A of the Fig. 1 is unfolded Fig. 4 : one sees also its patten and its count-timber *d'échiffre*. One sees, Fig. 5, the delineation of the string-board B; and Fig. 6, the delineation of the string-board of the landing-place C : their abutment-cuttings are delineated, Fig. 7 and 8. The string-boards D, E, are likewise delineated, Fig. 9 and 10; and their abutment-cuttings, Fig. 12, 13 and 14. The Fig. 15, 16 and 11, are the delineations of the string-boards G, H, and of the one of the landing-place I; the trait of their cuttings is to be seen, Fig. 17 and 18. The delineation of the string-boards J, K, L, M, N, is also detailed, Fig. 19, 20, 21, 22 and 23; the trait of their cuttings is to be seen Fig. 24, 25, 26, 27 and 28.

The Fig. 29 and 30 are abutment-cuttings drawed in a larger compass; and the Fig. 31, a particular detail of the landing-place.

Plate XXVIII.

The Fig. 1 is a circular cage with four passage-bays diametrically opposite one to the other to the ground-floor (see the resorts in K, J, L, Fig. 2). Over the circular basis of that cage, one has disposed four flights of stair-cases distinct, having also a circular cage, all running up to a same height of stories by a semi-revolution, but each of them ending one of the four different landing-places next to the four bays I, J, K, L, of the first story; so that, notwithstanding their similarity two and two by their plans, those four stair-cases have not the least communication to their landing-places and can lead to four appartments inhabited by four families, or lone for any other purpose. Intering the cage by the bays of the ground-floor, this plan allows by its composition, to take at one's choice, any one of the four flights, to walk up the first story.

Two of those four stair-cases, distributed towards the circumference of the cage, have a greater length of *emmarchment*, more circumference and a less height of steps; the two other occupy the periphery of the large open spindle left void by the first cones, and have themselves an open spindle also circular. These having a smaller dimension, have less *emmarchment*, less circumference and a greater height of steps; from whence one must conclude that each of them is composed of a less number of steps.

In the two large stair-cases, the dove-tails of the steps are sealed in the inclosure-walls, and the heads assembled in a string-board; in the two small ones,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marches sont soutenues par deux cours de limons ; et chacun des six cours de limons est garni d'une rampe à barreaux de fer.

L'escalier A conduit au palier B attenant la baie J du premier étage, en laissant au-dessous de lui une échappée suffisante pour passer de la baie du rez-de-chaussée qui est vers son milieu, sur la base du noyau à jour ou sur d'autres points ; il laisse de même au-dessus de lui une échappée commode sous le palier F, qui existe au premier étage pour servir d'arrivée à l'escalier E, destiné au service de l'appartement dont L est la baie d'entrée. L'escalier C conduit de même et avec les mêmes conditions au palier D, et l'escalier G au palier H.

La Fig. 2 contient les élévations des quatre escaliers, timbrées des mêmes caractères littéraux que leurs plans ; c'est-à-dire que l'élévation a est faite sur le plan A ; l'élévation c sur le plan C ; les élévations e, g, sur les plans E, G ; cette figure montre aussi les deux baies K, L, du rez-de-chaussée ; celles du premier étage, k, l ; les paliers h, f, et la coupe i de celui du plan I ; le tout garni de rampes en fer. On voit aussi à la baie J, les deux vantaux de menuiserie ; et comme la moitié seulement du mur de la cage a été dessinée, on y voit ses joints d'appareils. Au-dessus des paliers h, i, f, on voit le commencement des quatre escaliers de la seconde révolution.

Planches XXIX et XXX.

Elle contient les quatre plans d'escaliers semblables à ceux de la XXVIII^e^ planche ; chacun d'eux y est indiqué par les mêmes lettres A, C, E, G, qui les distinguent dans l'autre planche ; et leurs paliers y portent pareillement les mêmes lettres, B, D, F, H.

La Fig. 1 représente la hauteur locale de l'étage, mais divisée en trois colonnes pour la répartition des hauteurs de pas relatives au nombre de marches dont est composé chacun des escaliers ; ainsi la colonne A est divisée en 36 parties, dont une est la hauteur du pas des marches de l'escalier A ; la colonne C, divisée en 39, a aussi donné la hauteur de pas de l'escalier C ; et la colonne E G, divisée en 31 parties, a donné la hauteur de pas des marches de chacun des escaliers E et G.

Les tracés des limons et de leurs coupes sont respectivement dessinés aux figures suivantes : 1° à l'escalier A, les limons a, b, c, d, sont tracés respectivement aux Fig. 2, 3, 4 et 5 ; et leurs coupes, aux Fig. 6, 7 et 8 et même 9 pour la seconde révolution.

2° A l'escalier C, les limons e, f, g, sont tracés aux Fig. 10, 11 et 12 ; et leurs coupes aux Fig. 13 et 12. (La figure 10 est transposée.)

3° A l'escalier E, les limons h, i, j, sont tracés aux Fig. 14, 15 et 16 ; leurs coupes, aux Fig. h et 20 et o ; ceux k, l, m, n, aux Fig. 17, 18, 19 et 23 ; et leurs coupes, aux Fig. 21, 22 et 23.

4° L'escalier G étant le même que le précédent, on a seulement tracé deux de ses limons aux Fig. 24 et 25.

Aux Fig. 4, 10, 17, 24, 25 et 26, on a fait paraître les parties de limons qui doivent se croiser. Les Fig. 27, 28 et 29 sont des détails dessinés plus en grand.

Si, au lieu de limons, on voulait des crémaillères pour soutenir les marches, afin que les bouts des marches soient aussi ornées de moulures, leur plan serait comme à la Fig. 30 ; leurs faces ou pas, comme à la Fig. 31 ; et les bouts des marches supportées par la crémaillère, comme à la Fig. 32 ; on voit, à

den die Stufen von zwei Wangen getragen : eine jede von diesen sechs Wangen ist mit einem aus eisernen Stäben zusammengesetzten Geländer versehen.

Die Treppe A, führt zum Ruheplatze B, welcher beim ersten Stockwerke an den Eingang J, anstösst ; sie lässt zugleich unter sich den nöthigen Raum, um aus dem Eingange im Erdgeschoss, welcher sich nach der Mitte der Treppe zu befindet, an die Treppenöffnung oder andere Punkte zu gelangen : über sich lässt sie ebenfalls einen bequemen Raum E unter dem, am ersten Stockwerke befindlichen Ruheplatze F, welcher zum Gebrauche des Zimmers, wozu L der Eingang ist, dient. Die Treppe C, führt unter den nämlichen Umständen zum Ruheplatze D ; und die Treppe G, zum Ruheplatze H.

Die 2 Fig. enthält die Aufrisse von den vier Treppen ; die Buchstaben sind dieselben, wie im Grundrisse ; der Aufriss a, ist nämlich nach dem Grundrisse A ; der Aufriss c, nach dem Grundrisse C, und die Aufrisse e, g, nach den Grundrissen E, G, gemacht worden. Diese Figur zeigt auch die beiden Eingänge K, L, im Erdgeschoss ; ferner die Eingänge k, l, im ersten Stockwerke ; so wie auch die Ruheplätze h, f, nebst dem Durchschnitte i, von dem im Grundrisse befindlichen Ruheplatze I ; endlich die Darstellung der eisernen Geländer. Bei dem Eingange J, sieht man die beiden Geländerpfosten ; und da bloss die eine Hälfte von der Treppenhausmauer gezeichnet worden ist, so sieht man auch die dabei angebrachten Verzierungen. Ueber den Ruheplätzen h, i, f, sieht man den Anfang der vier, in der zweiten Windung fortgesetzten Treppen.

Tabelle XXIX und XXX.

Wir sehen darin vier Treppengrundrisse, welche den, in der Tab. XXVIII enthaltenen ähnlich sind ; die Buchstaben A, C, E, G, wodurch diese Treppen angezeigt worden, sind die nämlichen, wie in gedachter Tabelle, auch haben die Ruheplätze ebenfalls die nämlichen Buchstaben B, D, F, H, erhalten.

Die Fig. 1 stellt die Gesammthöhe des Stockwerks vor ; solche ist aber in drei Abtheilungen gebracht worden, und zwar wegen der Vertheilung der Tritthöhen, welche sich auf die Anzahl der Stufen beziehen, woraus eine jede Treppe zusammengesetzt ist : die Abtheilung A, ist demnach in 36 Theile getheilt worden, wovon einer die Tritthöhe für die, zur Treppe A gehörigen Stufen ausmacht ; die Abtheilung C, welche 39 Theile enthält, hat die Tritthöhe für die Treppe C, bestimmt ; und die Abtheilung E G, welche 31 Theile enthält, hat die Tritthöhe für die zu den Treppen E und G gehörigen Stufen festgesetzt.

Die Vorstellungen der Wangen, nebst ihren Schnitten und Durchschnitten sind in folgenden Figuren enthalten :

1° Bei der Treppe A, sind die Wangen a, b, c, d, in den Fig. 2, 3, 4 und 5, und ihre Durchschnitte in den Fig. 6, 7 und 8, enthalten, und für die zweite Windung, selbst in Fig. 9.

2° Bei der Treppe C, sind die Wangen e, f, g, in den Fig. 10, 11 und 12, und ihre Durchschnitte in den Fig. 13 und 12 vorgestellt. (Die Fig. 10 ist transponirt.)

3° Bei der Treppe E, sind die Wangen h, i, j, in den Fig. 14, 15, und 16, und ihre Durchschnitte in den Fig. h, 20, und o ; so wie die Wangen k, l, m, n, in den Fig. 17, 18, 19 und 23, und ihre Durchschnitte, in den Fig. 21, 22 und 23 gezeichnet.

4° Da die Treppe G, mit der vorstehenden übereinstimmend ist, so sind bloss zwei von ihren Wangen, in den Fig. 24 und 25 dargestellt worden.

In den Fig. 4, 10, 17, 24, 25 und 26 sind diejenigen Wangentheile dargestellt worden, welche sich kreutzen sollen. Die Fig. 27, 28 und 29 enthalten Darstellungen, welche nach einem grössern Massstabe gezeichnet worden sind.

Sollen die Stufen nicht durch Wangen, sondern durch Stegebäume getragen werden, damit auch die Stufenenden ihre Gesimse erhalten, so richtet sich der Grundriss derselben nach Fig. 30 ; ihre vordern Seiten oder Tritte, nach der Fig. 31 ; und die Enden der, durch den Stegebaum zusammengehalte-

the steps are supported by two ranges of string-boards ; and each of the six ranges of string-boards is trimmed with a flight with iron-rails.

The stair-case A leads to the landing-place B next to the bay J of the first story, leaving under it a sufficient *échappée* to pass from the bay of the ground-floor which is towards its middle, over the basis of the open spindle or over other points ; it leaves likewise over it a convenient *échappée* under the landing-place F, existing to the first story, to arrive to the stair-case E, reserved for the use of the appartment of which L is the entrance-bay. The stair-case C leads likewise, on the same conditions, to the landing-place D ; and the stair-case G, to the landing-place H.

The Fig. 2 contains the elevations of the four stair-cases, marked with the same letters as their plans ; that is to say that the elevation a is made over the plan A ; the elevation c over the plan C ; the elevations e, g, over the plans E, G ; that figure shows also the two bays K, L, of the ground-floor ; those of the first story k, l ; the landing-places h, f, and the cutting i of the one of the plan I ; all trimmed with iron-railings. One sees likewise to the bay J, the two joinery-*vanteaux* ; and as only a half of the wall of the *cage* has been drawed, one sees its preparative joints. Over the landing-places h, i, f, one sees the beginning of the four stair-cases of the second revolution.

Plates XXIX and XXX.

It contains the four plans of stair-cases similar to those of the XXVIII plate ; each one of them is indicated by the same letters A, C, E, G, which distinguish them in the other plate ; their landing-places have likewise the same letters B, D, F, H.

The Fig. 1 represents the whole height of the story, but divided in three columns for the subdivision of the heights of counter-steps relative to the number of steps composing each stair-case ; so the column A is divided in 36 parts, one of which is the counter-step-height of the steps of the stair-case A ; the column C, divided in 39 parts, has given also the counter-step-height of the stair-case C ; and the column E G, divided in 31 parts, has given the counter-step-height of the steps of each one of the stair-cases E and G.

The delineations of the string-boards and of their cuttings are respectively drawed to the following figures : 1° to the stair-case A, the string-boards a, b, c, d, are drawed respectively Fig. 2, 3, 4 and 5 ; and their cuttings, Fig. 6, 7, 8 and even 9, for the second revolution.

2° To the stair-case C, the string-boards e, f, g, are delineated Fig. 10, 11 and 12 ; and their cuttings Fig. 13 and 12. (The Fig. 10 is misplaced.)

3° To the stair-case E, the string-boards h, i, j, are delineated Fig. 14, 15 and 16 ; their cuttings, Fig. h, 20, and o : the string-boards k, l, m, n, Fig. 17, 18, 19 and 23 ; and their cuttings, Fig. 21, 22 and 23.

4° The stair-case G, being the same as the precedent, one has delineated but two of its string-boards, Fig. 24 and 25.

The Fig. 4, 10, 17, 24, 25 and 26, show the parts of the string-boards, which must cross themselves. The Fig. 27, 28 and 29, are details drawed in a larger compass.

If, instead of string-boards, one wished racks to support the steps, in order their ends might be also adorned with mouldings ; their plan would be, as in the Fig. 30 ; their faces, or counter-steps, as in the Fig. 31 ; and the extremities of the steps supported by the rack, as in the Fig. 32 : one sees to each of

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chacune de ces figures les vis qui fixent les bouts des marches ornées de moulures, et les abouts des pas à la crémaillère. Mais ces marches étant massives, comme le montre la Fig. 35, il faut faire une entaille dans leur surface chanlattée et à leur bout, pour l'occupation de l'angle droit saillant réservé à la crémaillère. La surface de pas est réservée au bout; mais son joint est oblique, pour donner moins d'apparence au bois de bout qui recouvre la face verticale de la crémaillère.

La Fig. 34, qui montre la surface chanlattée ou de plafond, fait voir la forme de l'entaille qui reçoit l'angle réservé à la crémaillère; la moulure du bout et de la face, et l'assemblage de sa queue dans un limon. La Fig. 35 est un aspect de la même marche.

La Fig. 36 est un plan qui montre un ajustement des premières marches; et la Fig. 37 en est la coupe.

Les Fig. 38 et 39 font connaître le procédé qu'on emploie quand on veut faire un limon courbe, tel par exemple que le limon h de l'escalier E. Les praticiens appellent *tronche*, la pièce de bois soit droite soit arquée, *a b c d, e f g h*, Fig. 38, qu'ils ont choisie pour exécuter la partie de limon proposée; et ils nomment *veau*, le morceau, Fig. 39, qu'on en retire d'abord au moyen de la scie.

On voit sans peine que cette première façon suppose qu'on a tracé sur chacune des deux surfaces tant supérieure qu'inférieure de la tronche, d'après le plan et l'élévation de la partie de limon proposée, et comme il a été expliqué en parlant du calibre rallongé, les deux courbes, tant l'intérieure que l'extérieure, de l'arc rampant, avec la volute qui lie ces courbes entre elles à leur origine. Les scieurs n'ont plus qu'à suivre la courbe intérieure pour enlever le veau : et c'est ce premier tracé, dont on voit une partie à la Fig. 39, et dont il ne reste plus, d'abord après le sciage à la tronche elle-même, qu'une partie non plus; mais on la complète facilement sur la tronche, comme il l'est à la Fig. 38, en joignant par des droites sur la face verticale qui a été découverte par la scie, les lignes correspondantes des surfaces supérieure et inférieure.

On conçoit qu'il faut une seconde opération de sciage pour découvrir la surface convexe du limon, et en séparer l'excès de matière que contient la tronche, et qu'il faut de même y rendre complet, après le sciage, le tracé que ce second retranchement a enlevé à cette seconde face verticale.

La surface du débillardement pour la formation de la surface supérieure et de l'inférieure du limon, ainsi que le tracé des mortaises et entailles nécessaires pour y assembler les marches, seront exécutés selon les méthodes précédemment détaillées.

nen Stufen nach der Fig. 32 : wir sehen bei jeder Figur die Schrauben, wodurch die, mit Gesimsen versehenen Stufenenden, nebst den Setzbretern, auf und an den Stegebaum befestigt werden. Da aber nach Massgabe der Fig, 35, diese Stufen aus ganzem Holze bestehen, so muss in der untern Fläche, und am Ende, ein Einschnitt gemacht werden, in welchen der hervorspringende, an dem Stegebaum gelassene gerade Winkel eingesetzt wird. Die Trittfläche wird am Ende gelassen; allein die Fuge derselben ist schräg, um das Holzende, welches die verticale Fläche des Stegebaums bedeckt, weniger bemerkbar zu machen.

Die 34 Fig. welche die untere Fläche, oder die Treppendecke enthält, zeigt die Gestalt des Einschnittes, in welchen der, an dem Stegebaum gelassene Winkel eingesetzt wird; ferner das, am Ende, und an der vordern Seite angebrachte Gesims, nebst dem in die Wange eingesetzten Stufenende. Die 35 Fig. enthält eine Ansicht von der nämlichen Stufe.

Die 36 Fig. ist ein Grundriss, in welchem die Zusammensetzung der ersten Stufen zu sehen ist; die 37 Fig. zeigt davon den Durchschnitt.

Die Fig. 38 und 39, geben eine Anleitung zu der Verfahrungsweise, welche angewendet wird, wenn man eine gebogene Wange, wie z. B. die Wange h, bei der Treppe E, verfertigen will. In der Bausprache nennt man *Tronche* (Blockstück) das, entweder gerade oder gebogene Stück Holz, *a b c d, e f g h*, Fig. 38, aus welchem der gegebene Wangentheil verfertigt wird; und *Veau*, nennt man das Stück Holz in Fig. 39, welches man aus jenem durch Hülfe der Säge zuerst schneidet.

Die erste äussere Form setzt, wie man leicht einsieht voraus, dass in Gemässheit des Plans und Aufrisses der gegebenen Wange, und nach Massgabe dessen was oben über die verstreckte Lehre vorgetragen worden ist, sowohl auf der obern, als untern Fläche des Blockstüches, nicht nur die innere, sondern auch die äussere Wange, nebst der Schnecke, wodurch selbige an ihrem Anfange mit einander verbunden werden, gezeichnet werden muss. Die sägenden Arbeiter brauchen sich für das zweite Holz (*Veau*) bloss nach dem innern Wangenbogen zu richten; dieses wäre also die erste Zeichnung, wovon man in Fig. 39 einen Theil sieht, und wovon nach dem Sägen an dem Blockstücke bloss ein Theil übrig bleibt; es ist aber leicht, denselben an dem Blockstücke so zu ergänzen, wie er sich in der Fig. 38 darstellt, und zwar dadurch, dass man auf der verticalen, von der Säge geöffneten Fläche, vermittelst gerader Linien, die correspondirenden Linien der obern und untern Fläche hinzufügt.

Es braucht nicht erinnert zu werden, dass noch ein zweites Sägen erforderlich ist; um die convexe Wangenfläche zu schneiden, und das überflüssige Holz vom Blockstücke abzunehmen, und dass nach dem Sägen, die von dem zweiten Durchschneiden an dieser zweiten verticalen Fläche hinweggenommene Zeichnung, ebenfalls daselbst vollständig gemacht werden muss.

Der übrige, zur Bildung der obern und untern Wangenfläche nöthige schräge Schnitt, so wie die Zeichnung der, zur Zusammensetzung der Stufen erforderlichen Zapfenlöcher und Einschnitte wird der, so eben angeführten Vesfahrungsweise ausgeführt.

those figures, the screws which fasten to the rack the ends of the steps adorned with mouldings, and the abutments of the counter-steps. But those steps being massy, as the Fig. 35 shows it, one must make a notch in their lathed surface and to their extremity, for the occupation of the jutting out right angle reserved to the rack. The counter-step-surface is reserved to the end; but its joint is oblique to give less appearance to the wood wrapping over the vertical surface of the rack.

The Fig. 34 showing the lathed or cieling surface, shows also the shape of the notch receiving the angle reserved to the rack; the moulding of the extremity and of the front, and the assemblage of its dovetail in a string-board. The Fig. 35 is a view of the same step.

The Fig. 36 is a plan showing an adjusting of the first steps; and the Fig. 37, is its cutting.

The Fig. 38 and 39 show the management one must make use of, when one wishes to make a curved string-board, such, as for instance, as the string-board h, of the stair-case E. Practisers call *tronche* the piece of timber, either straight or arched *a b c d, e f g h*, Fig. 38, which they have choosen to execute the proposed part of a string-board; and they call *veau*, the piece, Fig. 39, taken at first from it with a saw.

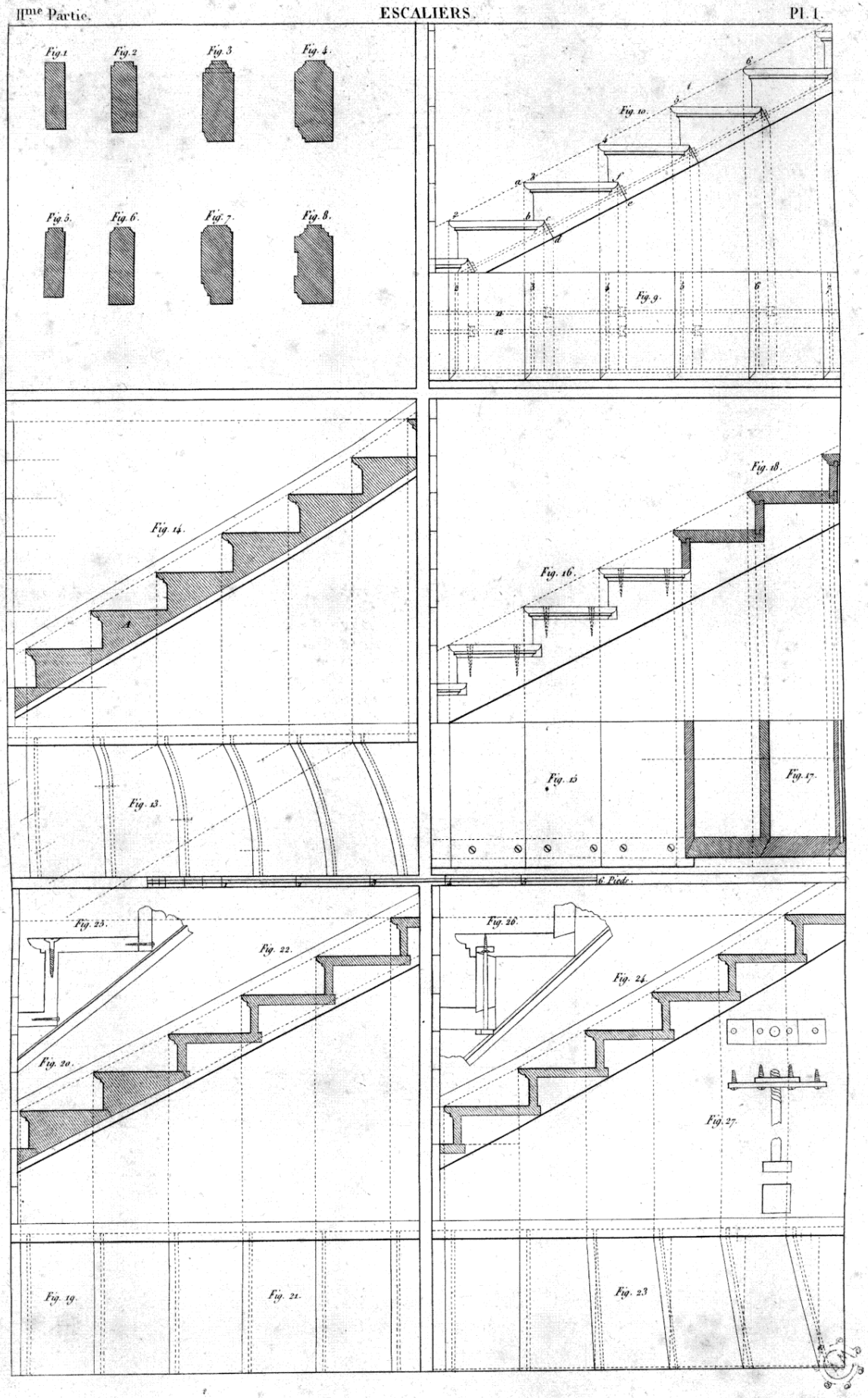
One sees easily that that first preparation supposes one has delineated over both, the superior and inferior surfaces of the *tronche*, after the plan and the elevation of the proposed part of a string-board, and as it has been explained in speaking of the lengthened *calibre*, both the internal and external curves of the *rampant* arc, with the volute which binds those curves together to their beginnings. Sawyers have nothing more to do but to follow the internal curve to take off the *veau;* and it is that first delineation, which is to be seen partly, Fig. 39, and which remains also, but partly, after the sawing to the *tronche* itself; but it is easy to complete it on the *tronche*, as it is Fig. 38, in joining by straight lines, over the vertical face, which has been discovered by the saw, the corresponding lines of both the superior and inferior surfaces.

It is easy to conceive that it is necessary to make a second sawing operation to discover the convex surface of the string-board, and separate from it the excess of the matter included in the *tronche*, and that one must likewise complete after the sawing the delineation which has been taken away by that second sawing to that second vertical face.

The overplus of the *debillardement* for the formation of both the superior and inferior surfaces of the string-board, as well as the delineation of the mortises and necessary notches for the assemblage of the steps, shall be executed according to the methods formerly detailed.

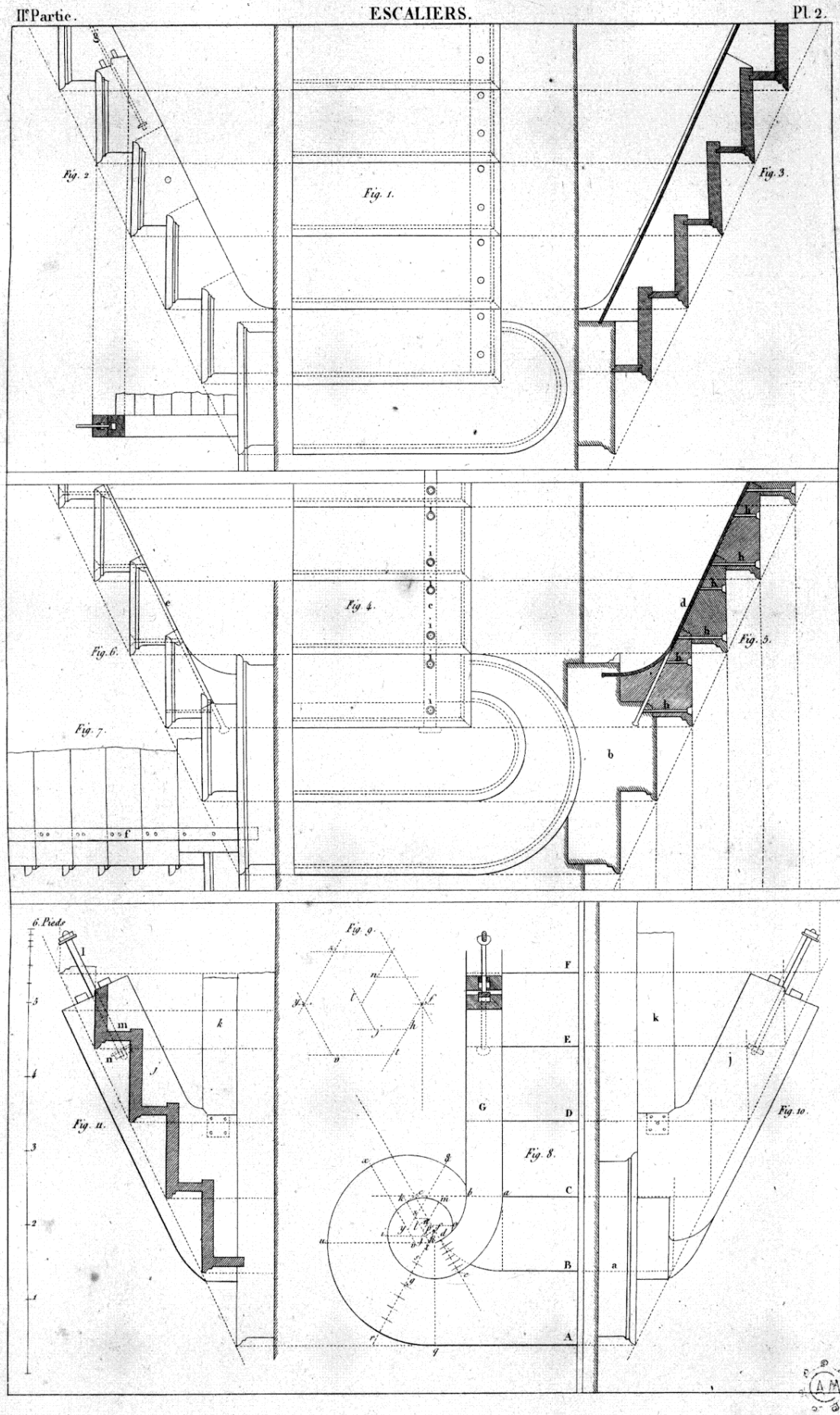
FIN DE LA DEUXIÈME PARTIE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



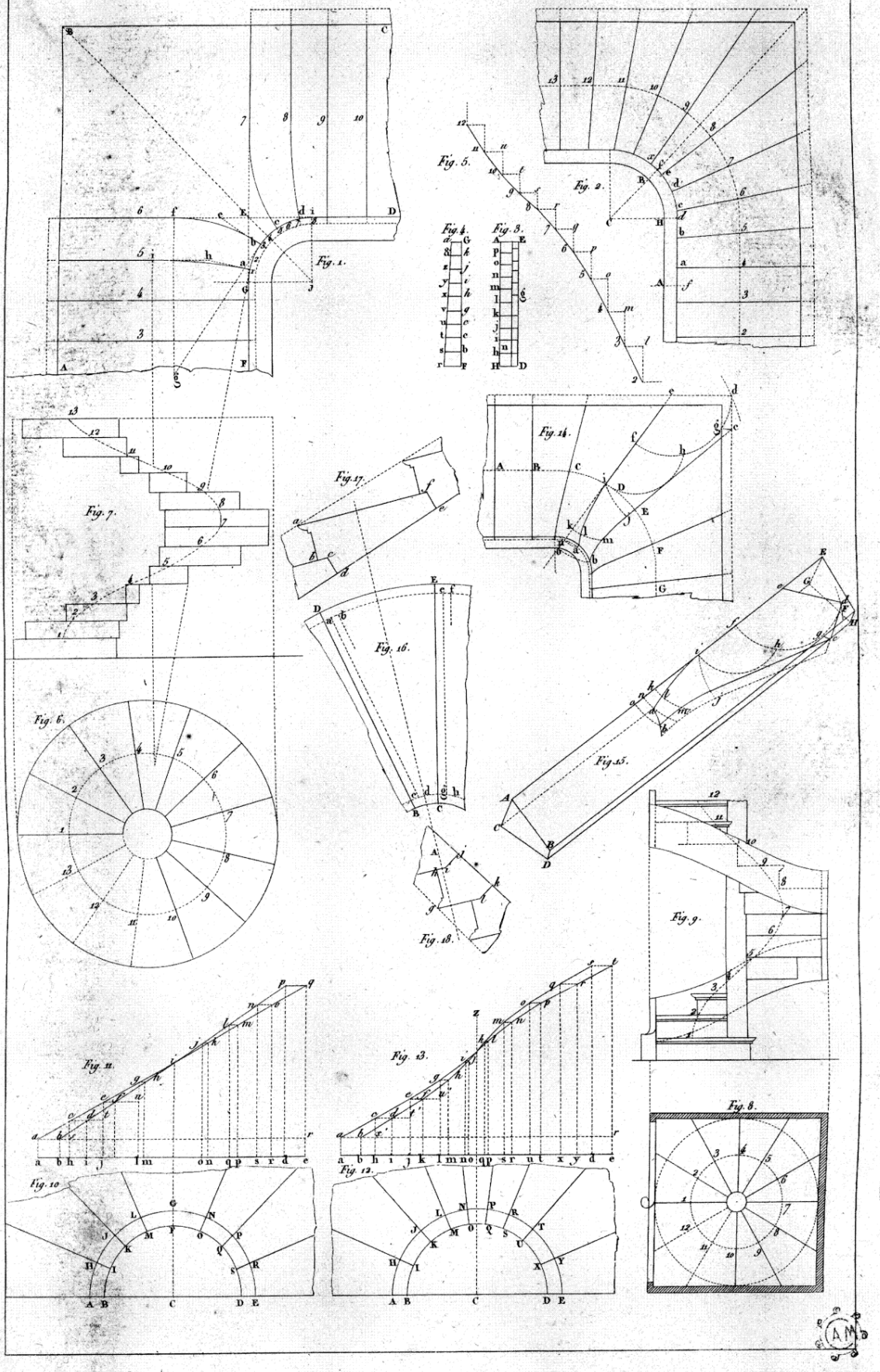
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



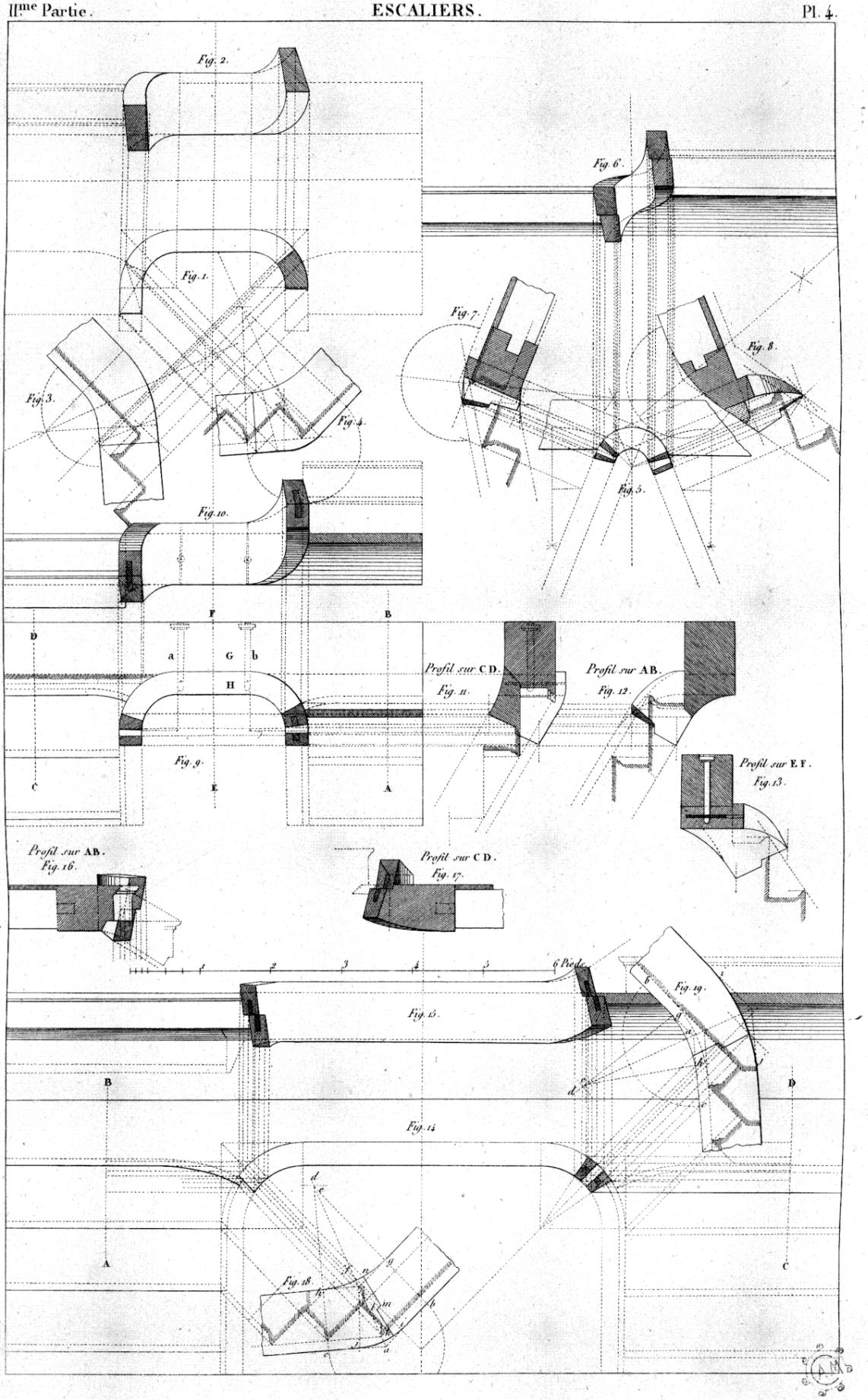
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



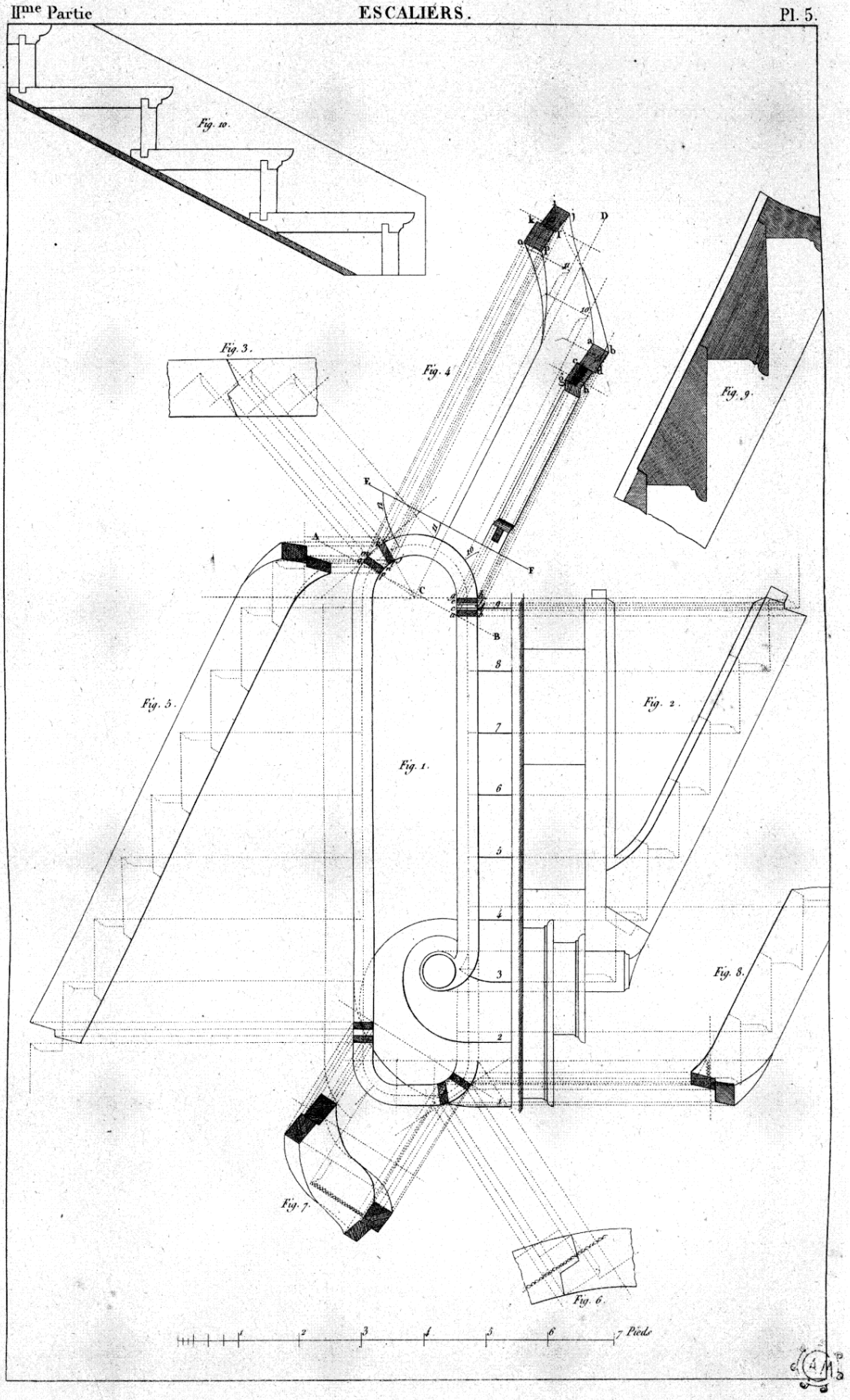
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

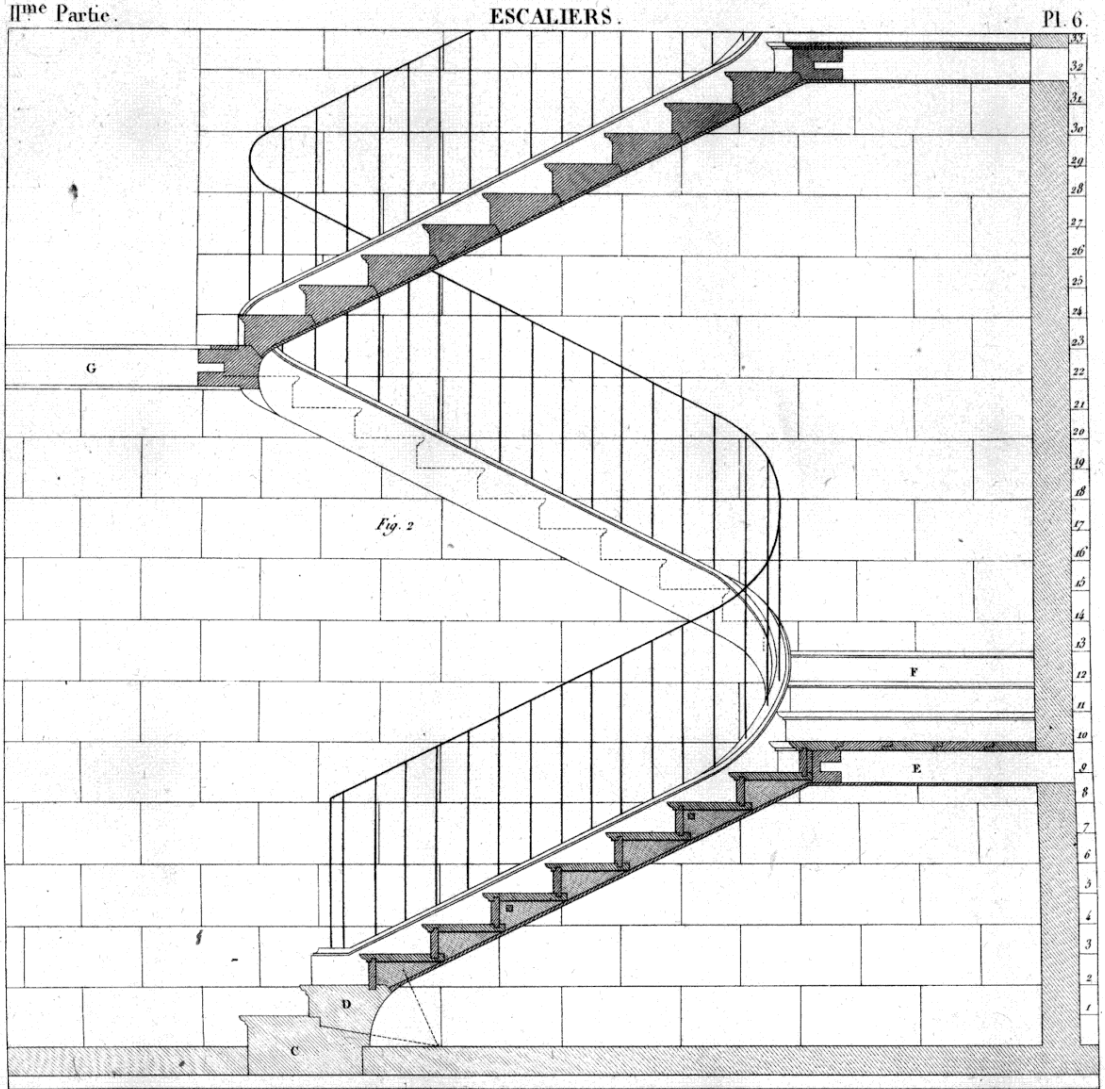


Fig. 2

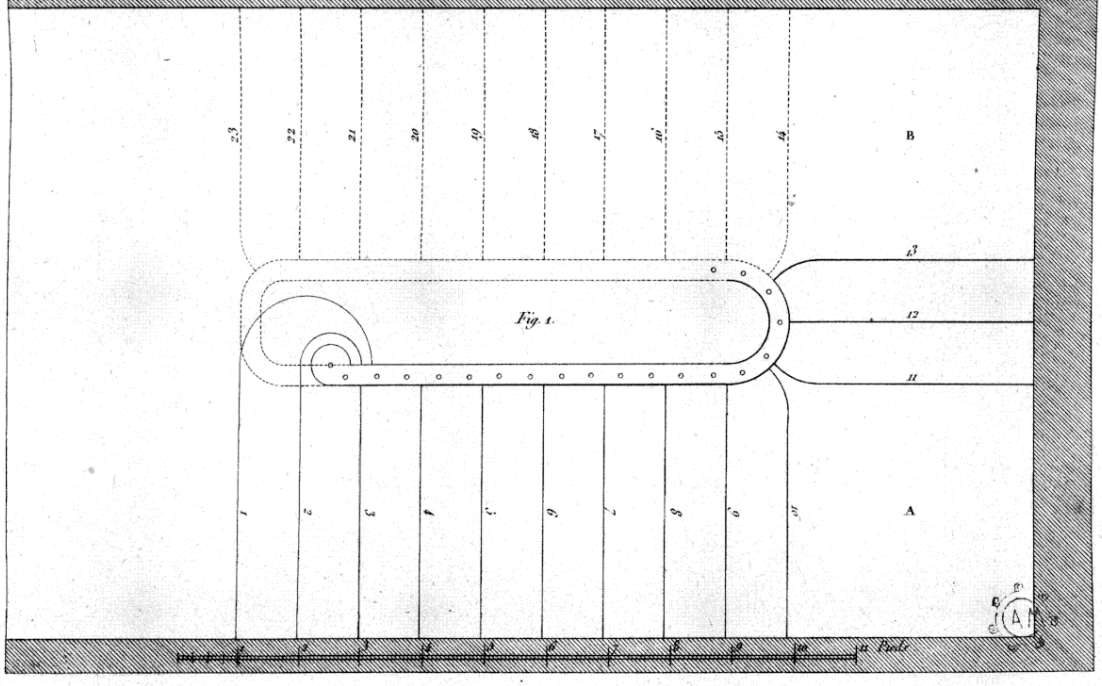
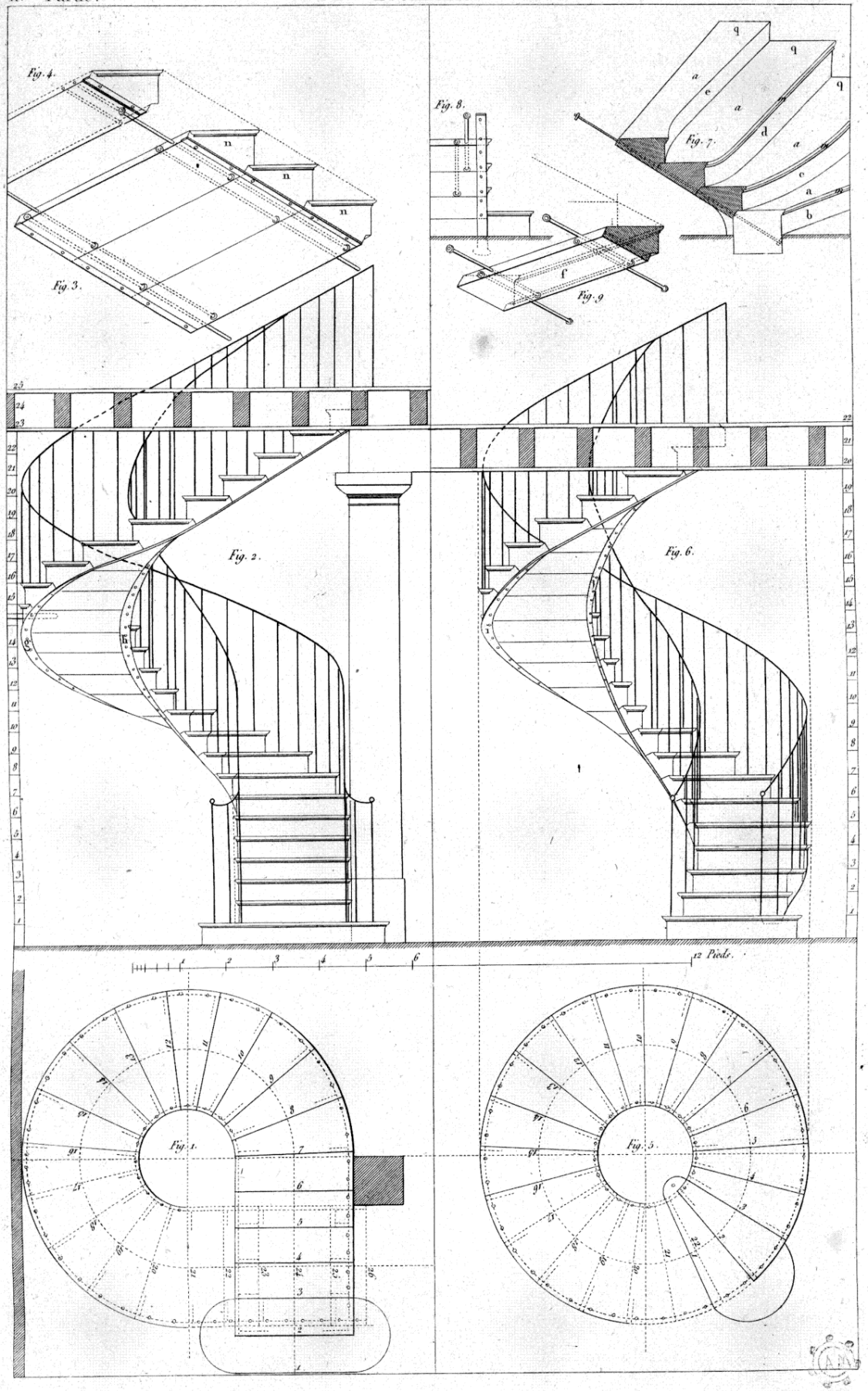


Fig. 1.

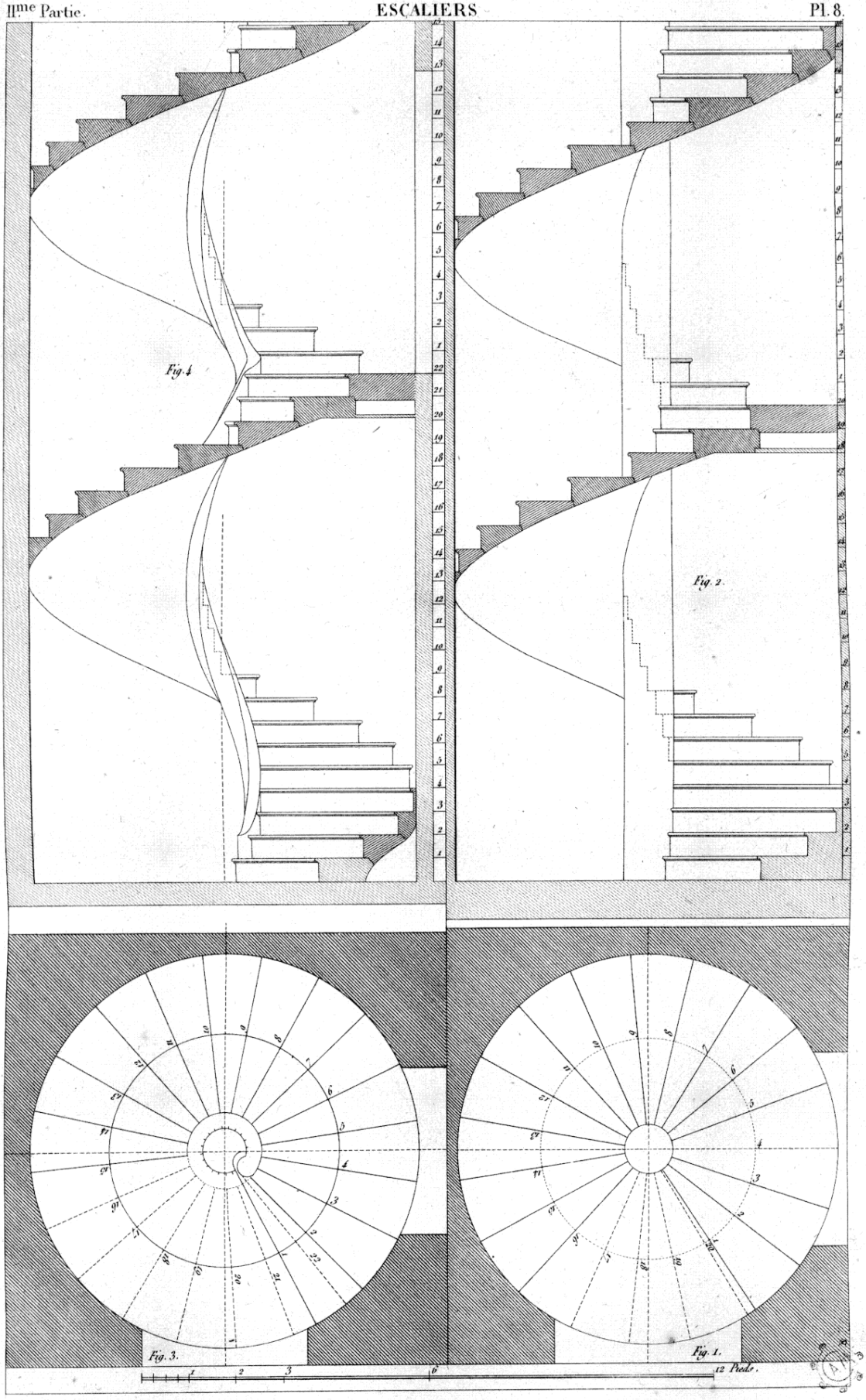
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



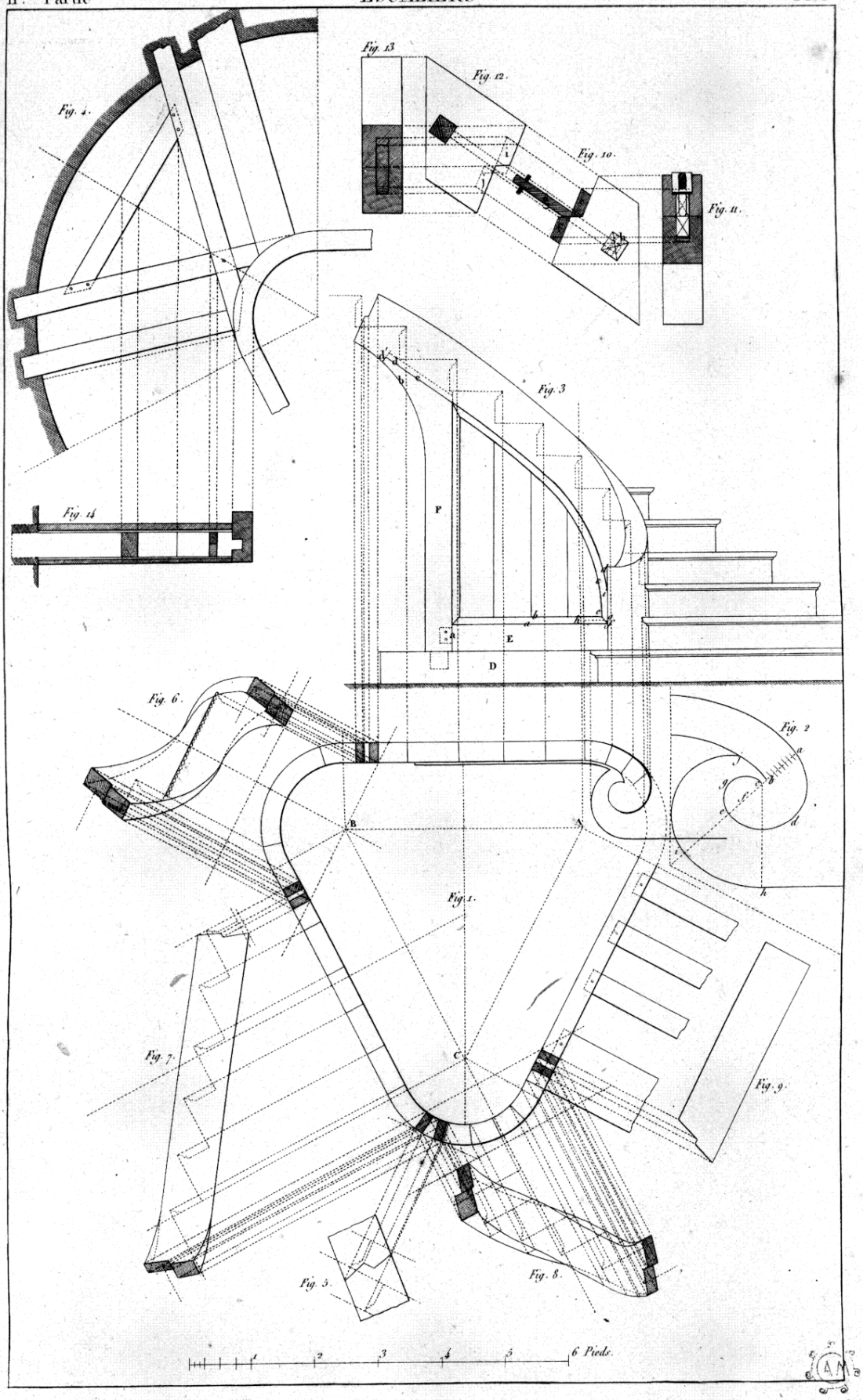
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



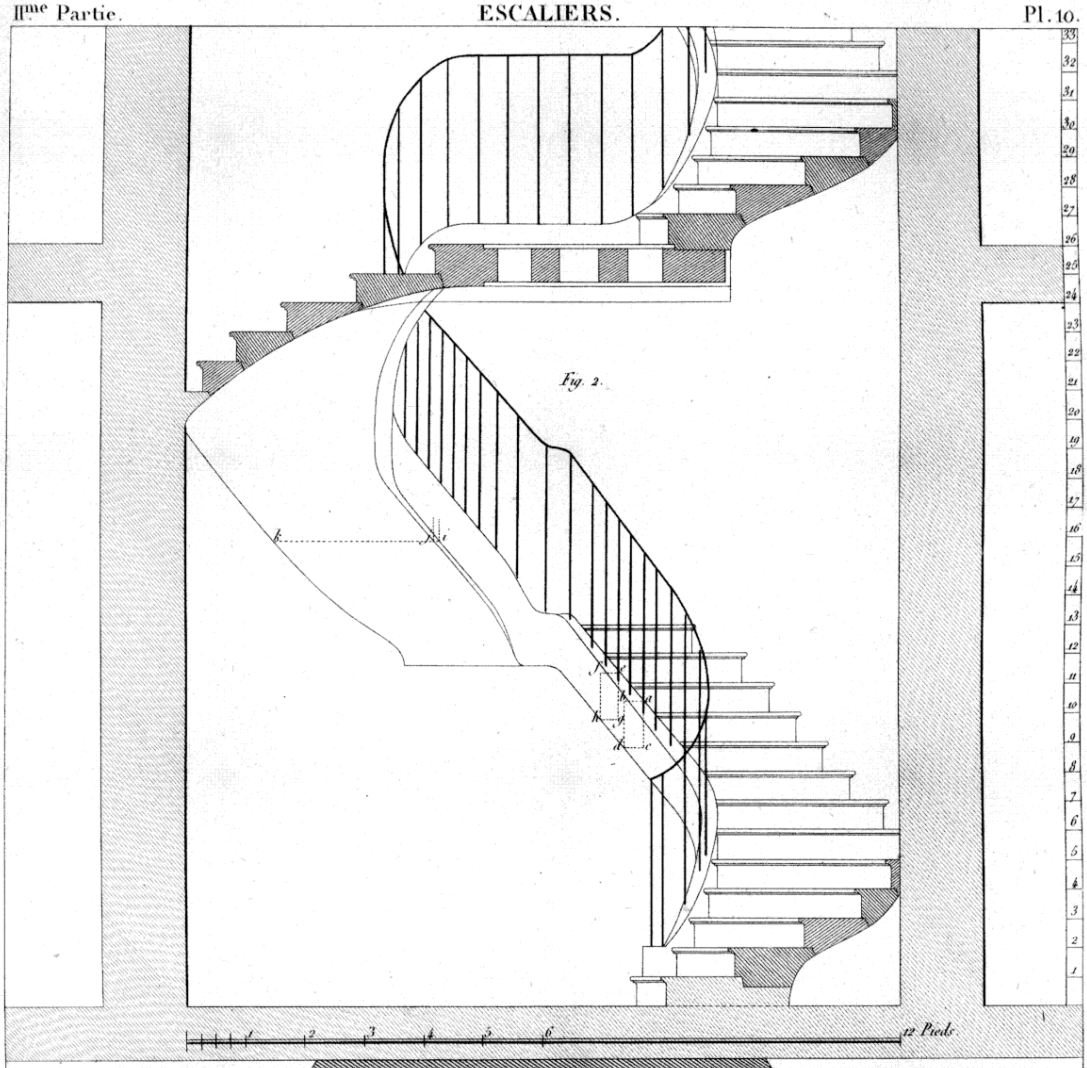
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

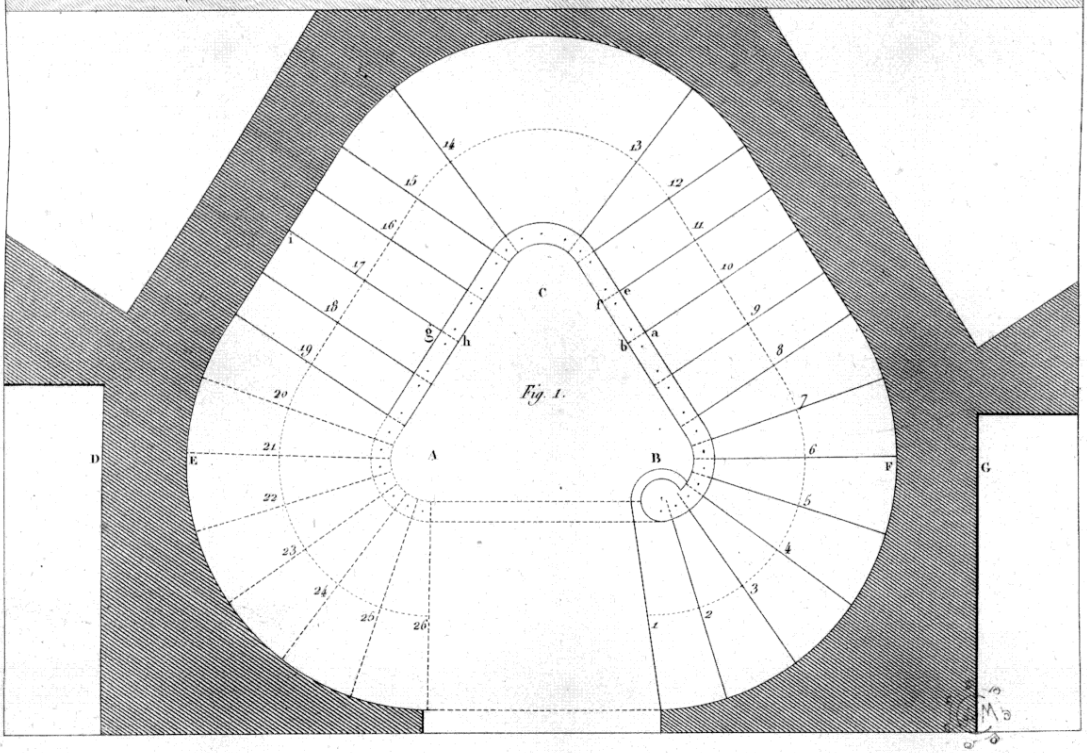
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

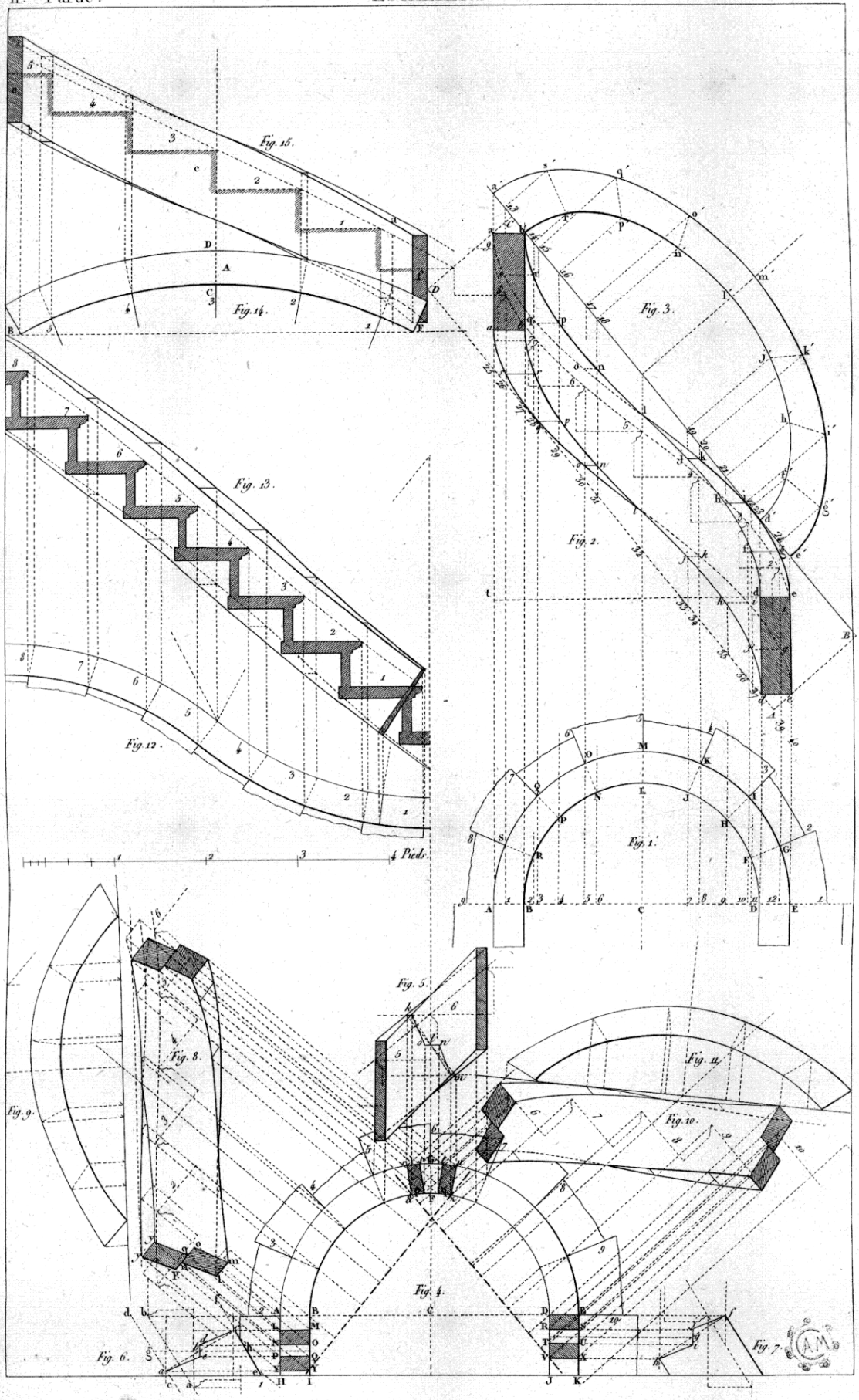
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires





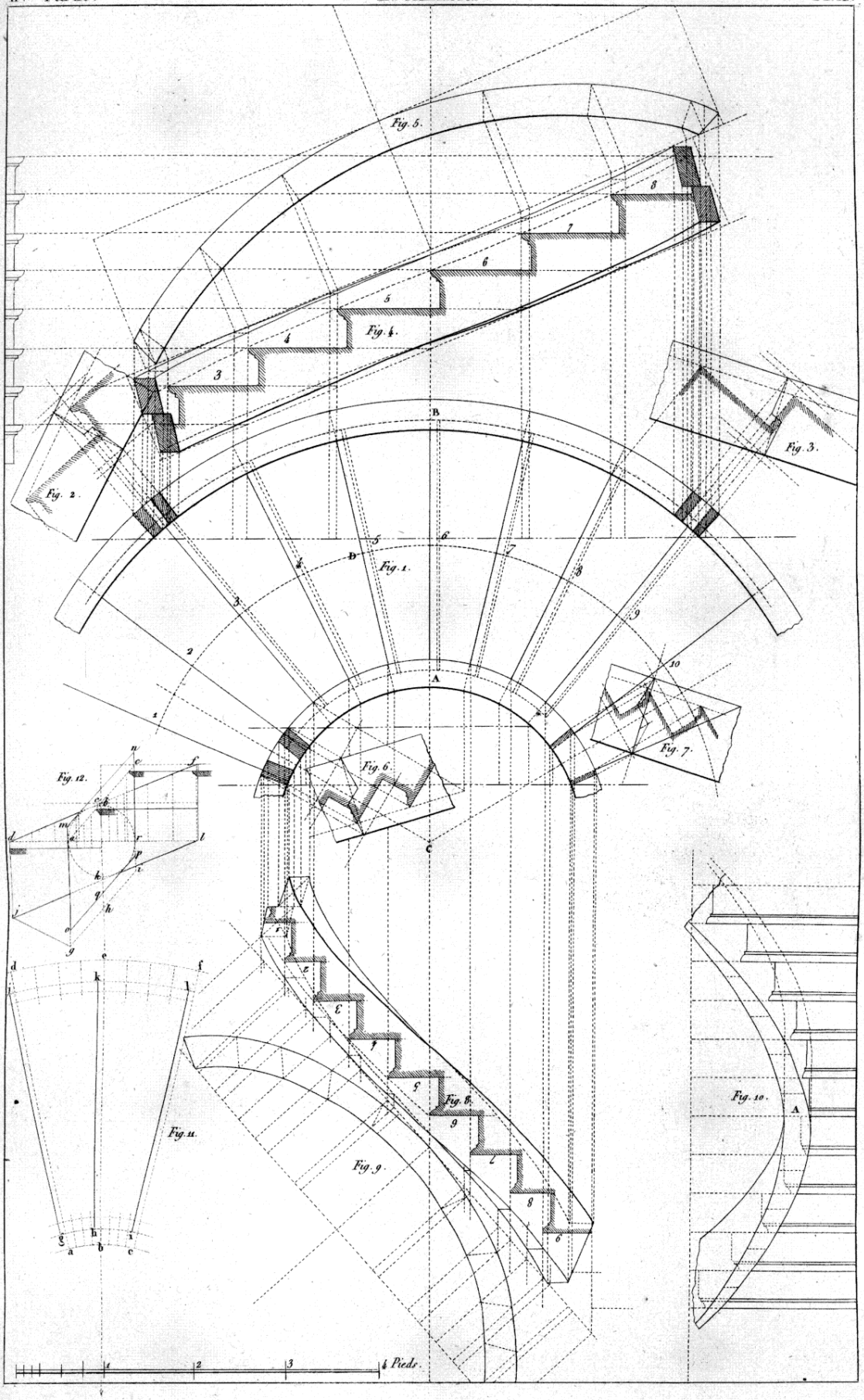
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



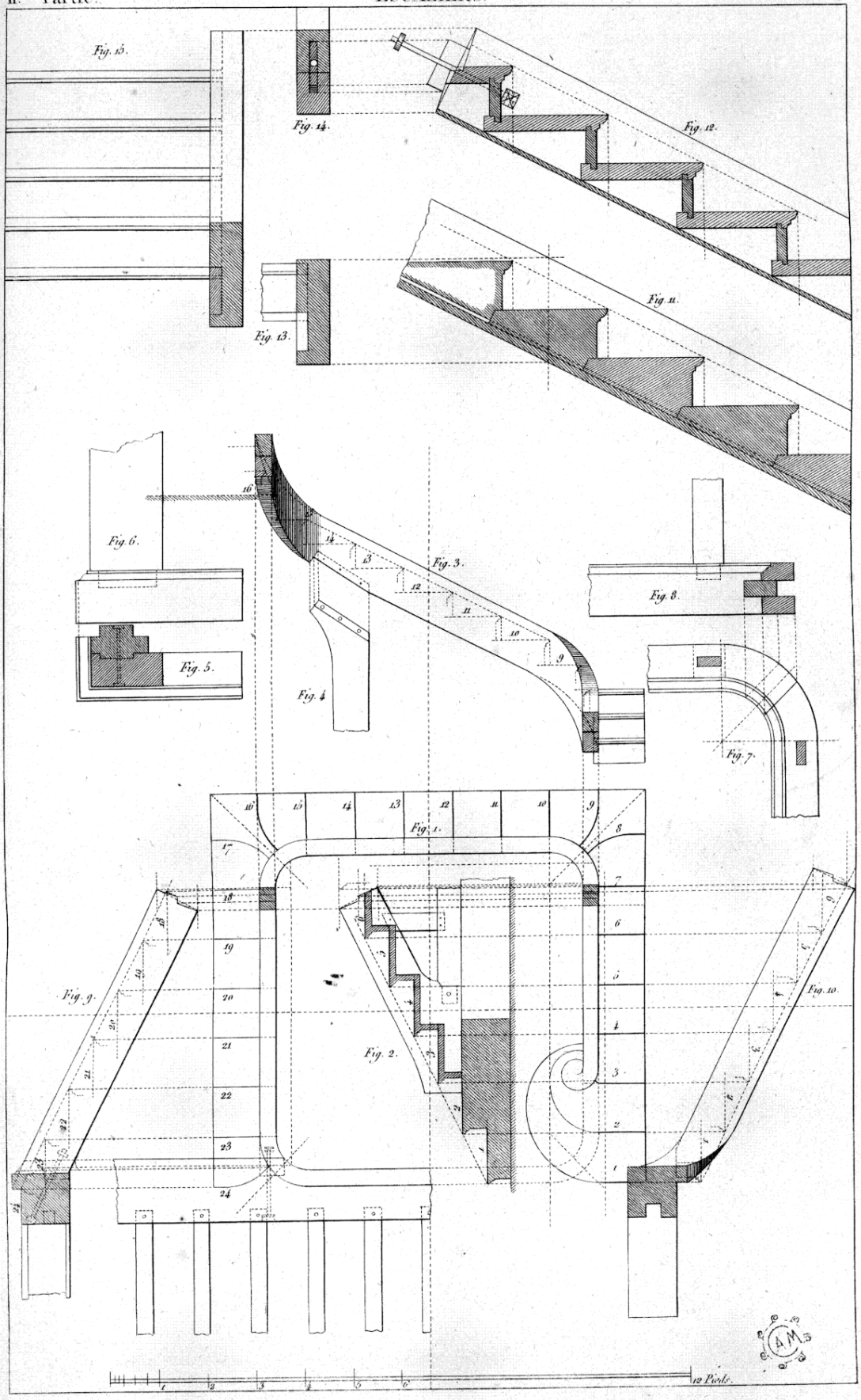
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



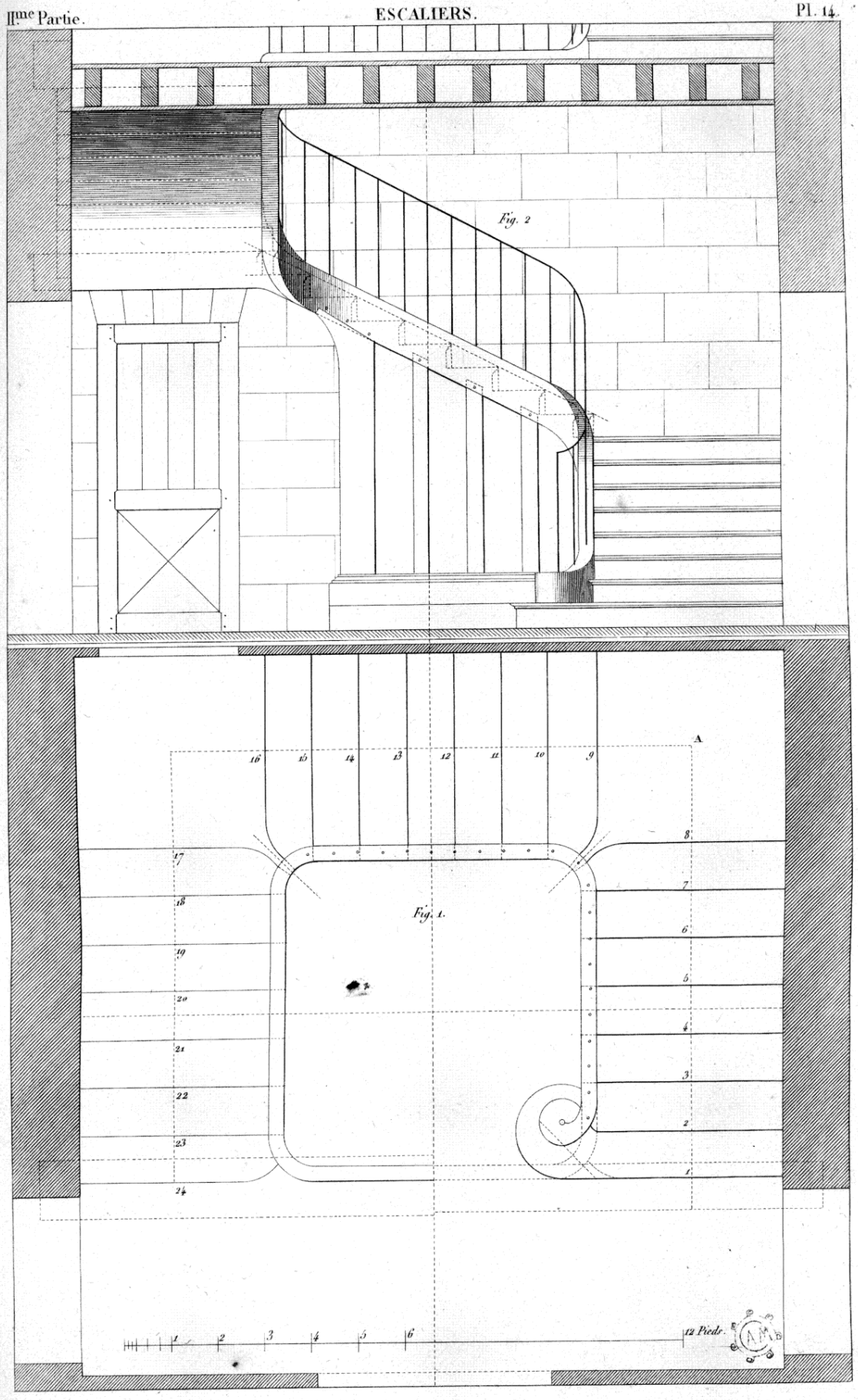
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



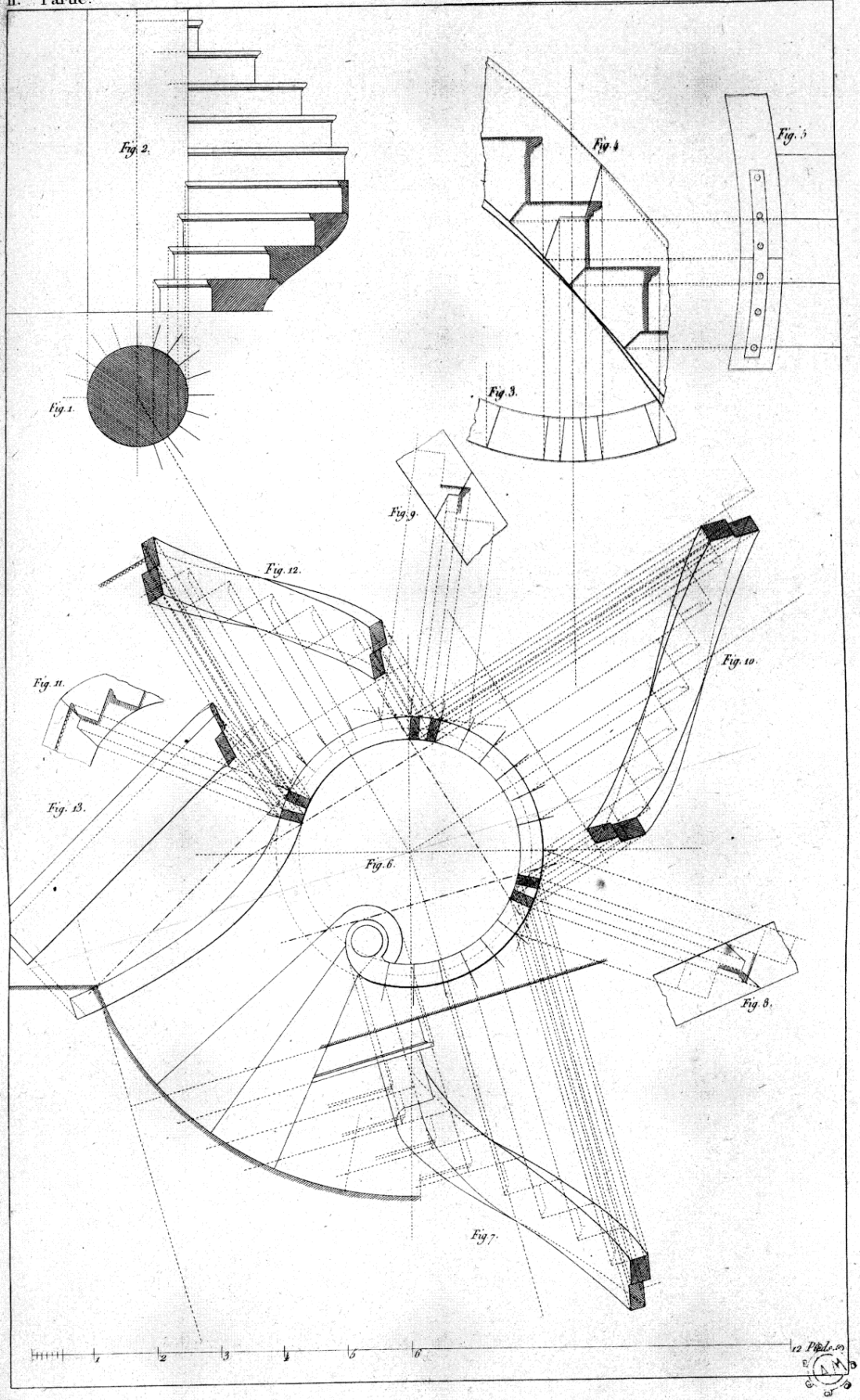
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



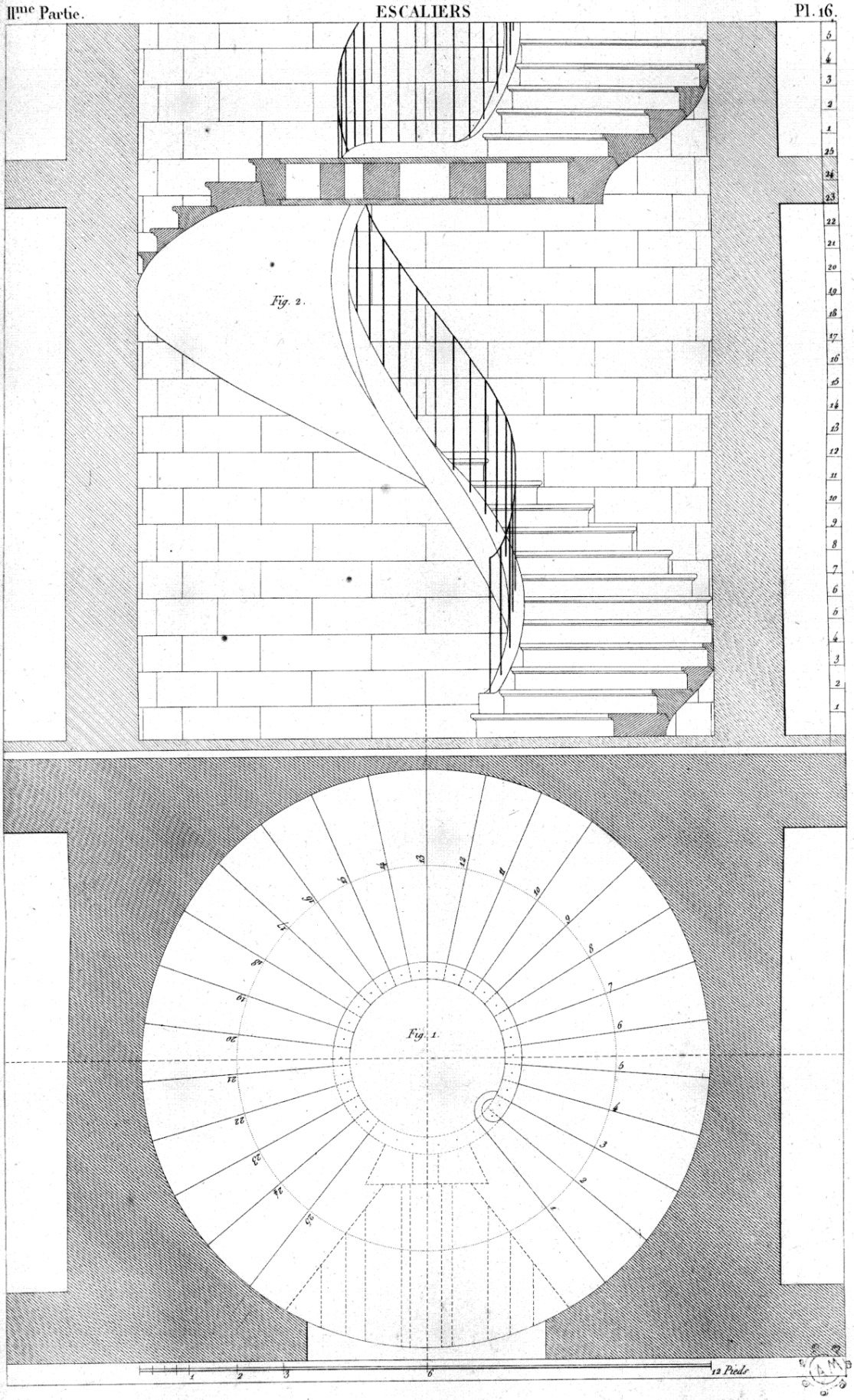
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

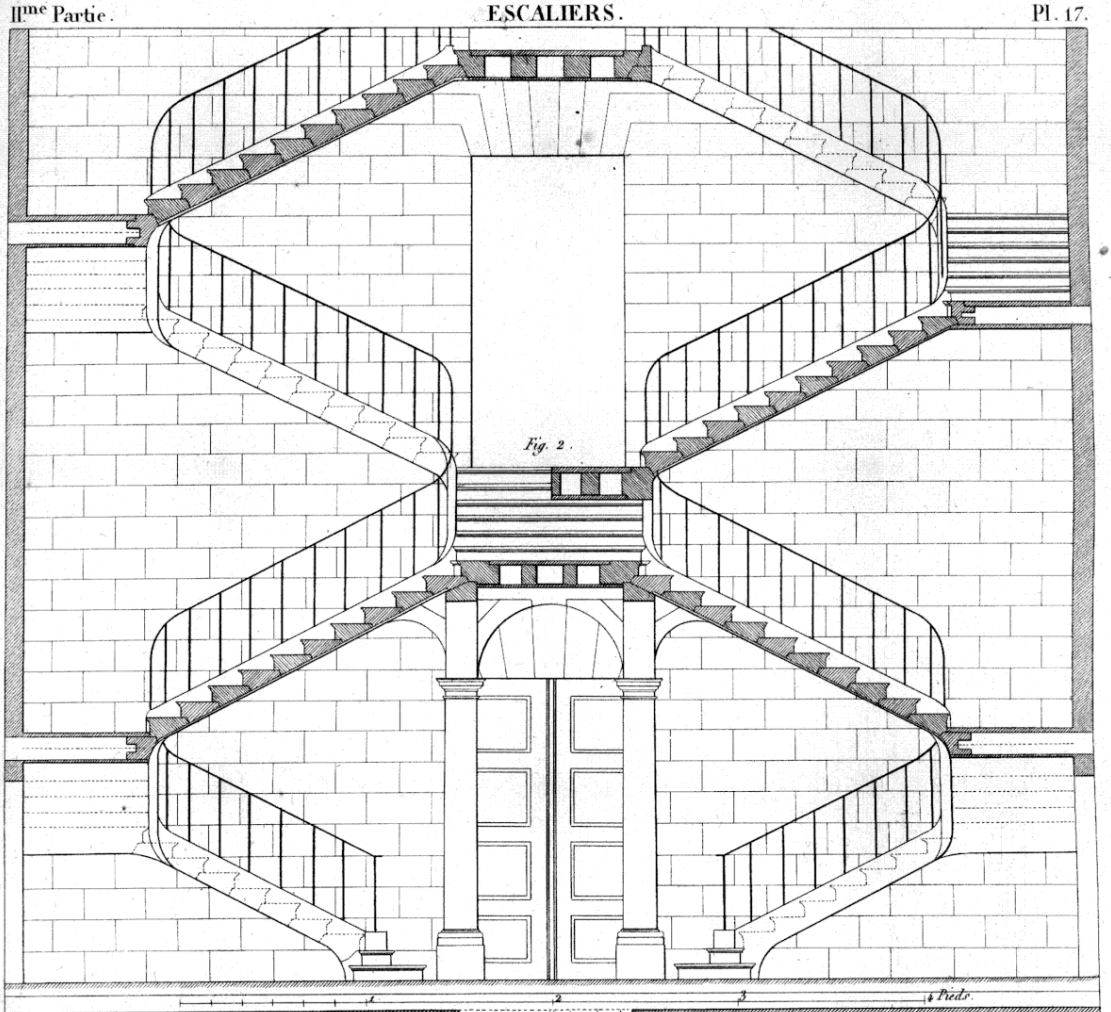


Fig. 2.

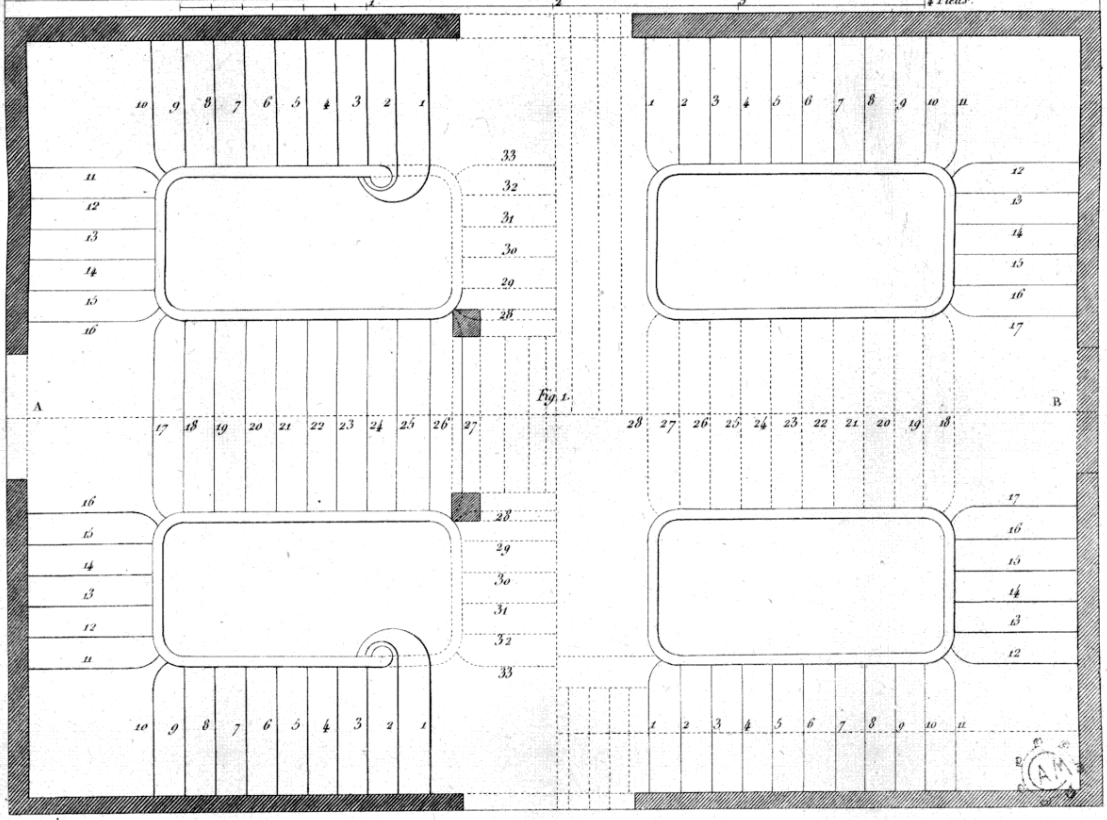
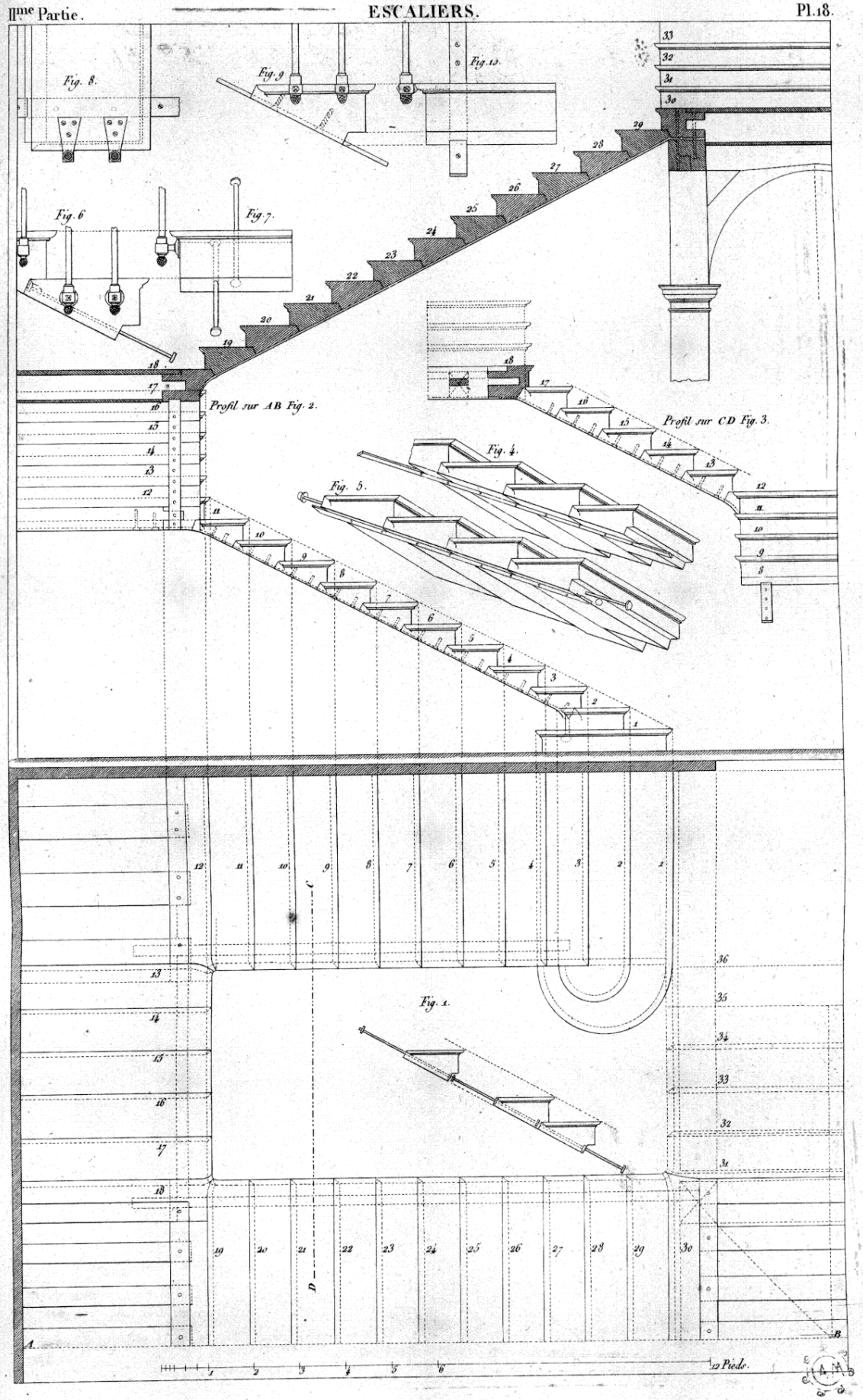


Fig. 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

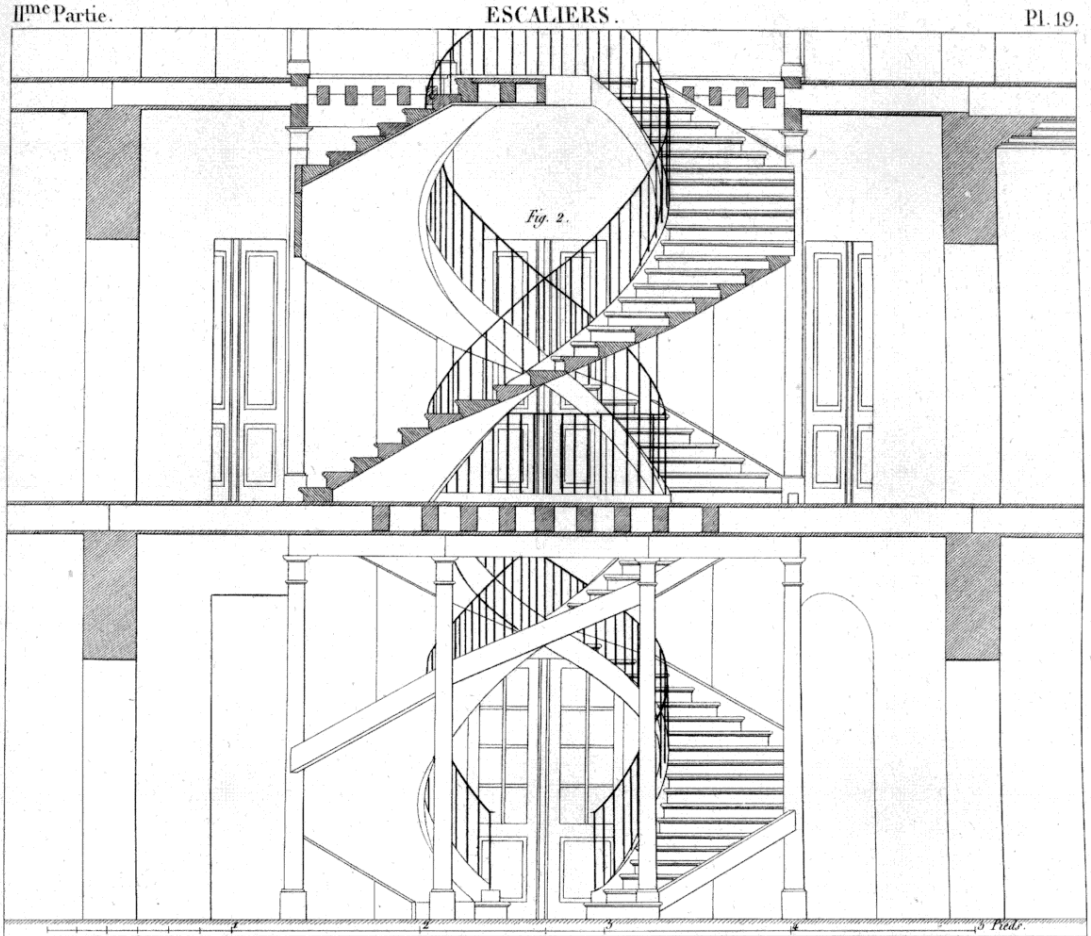


Fig. 2.

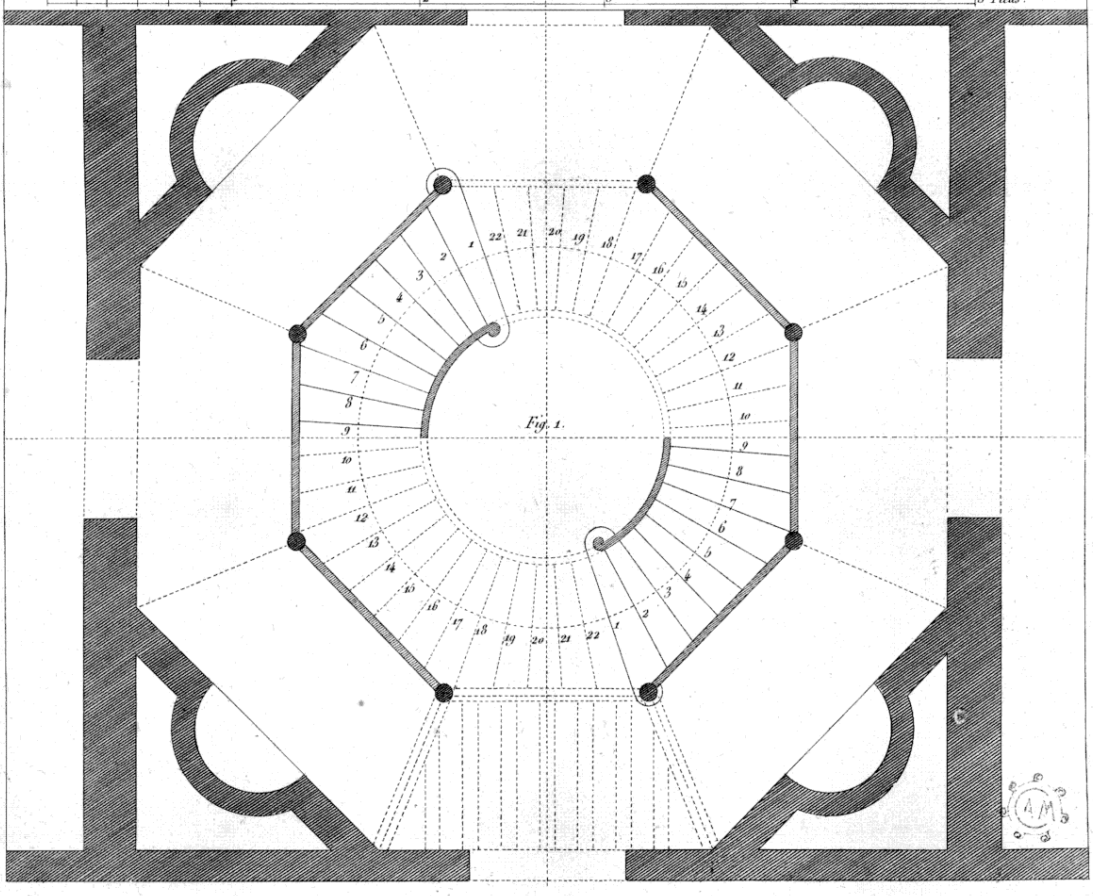
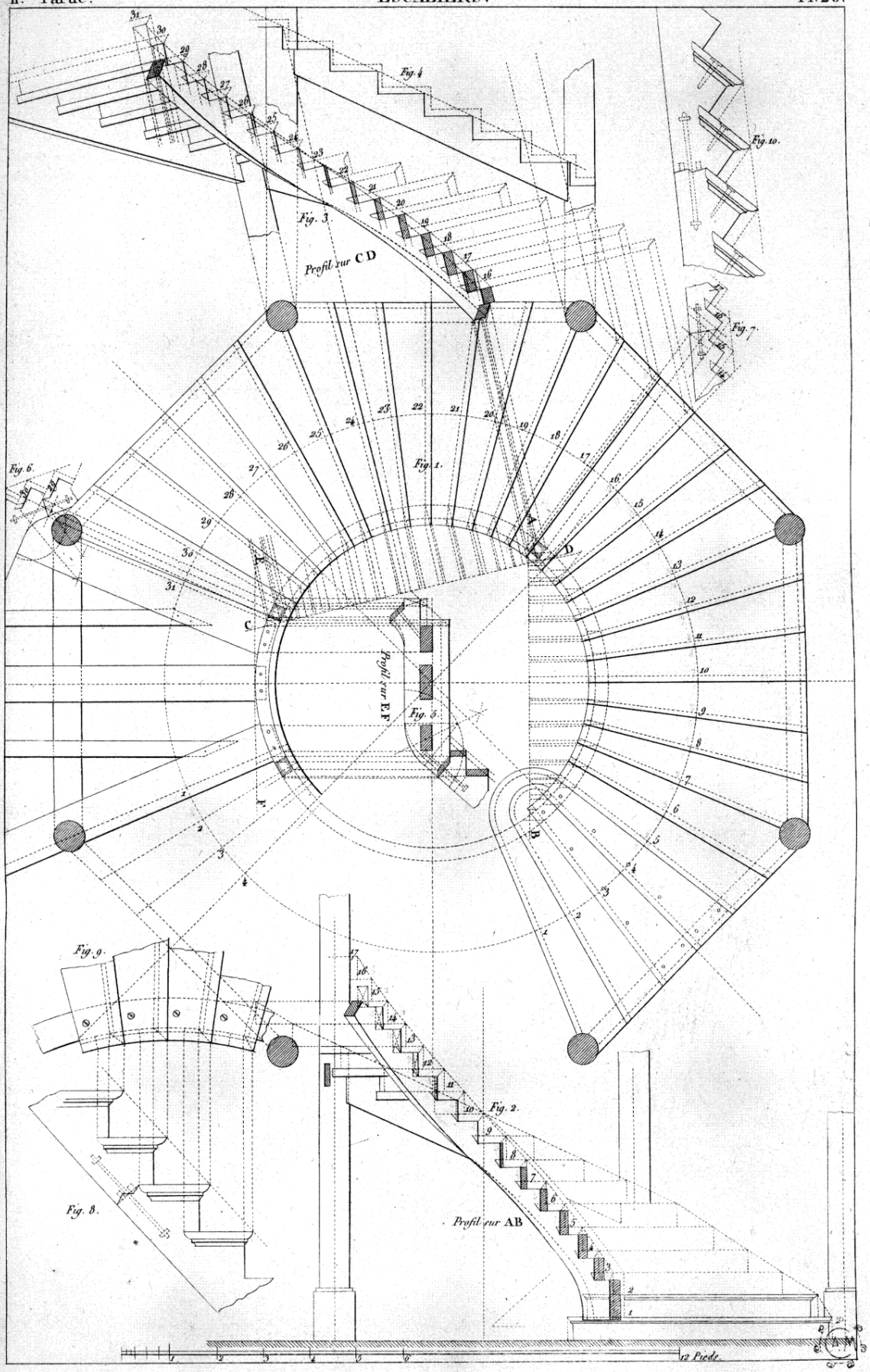


Fig. 1.

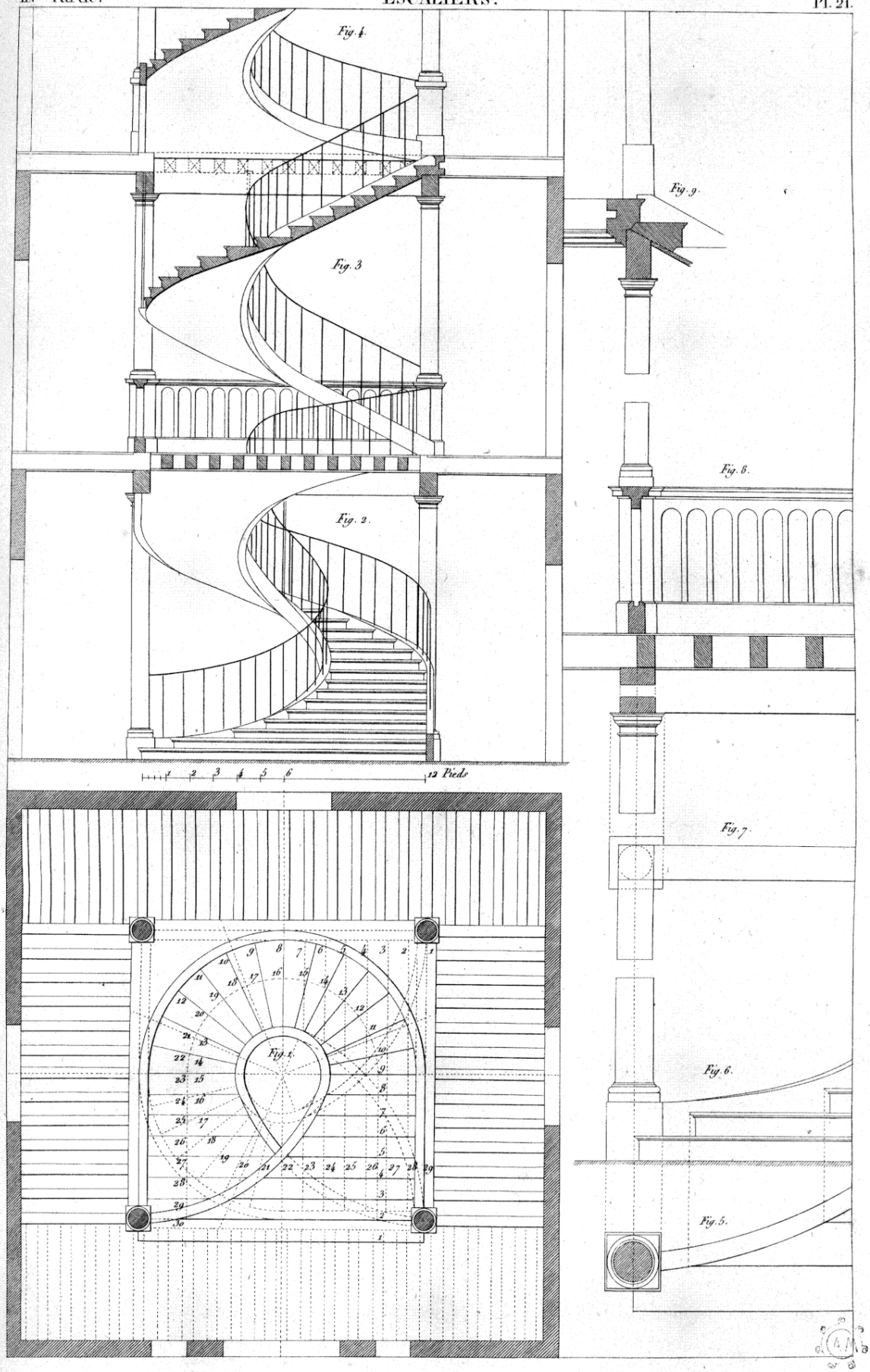
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



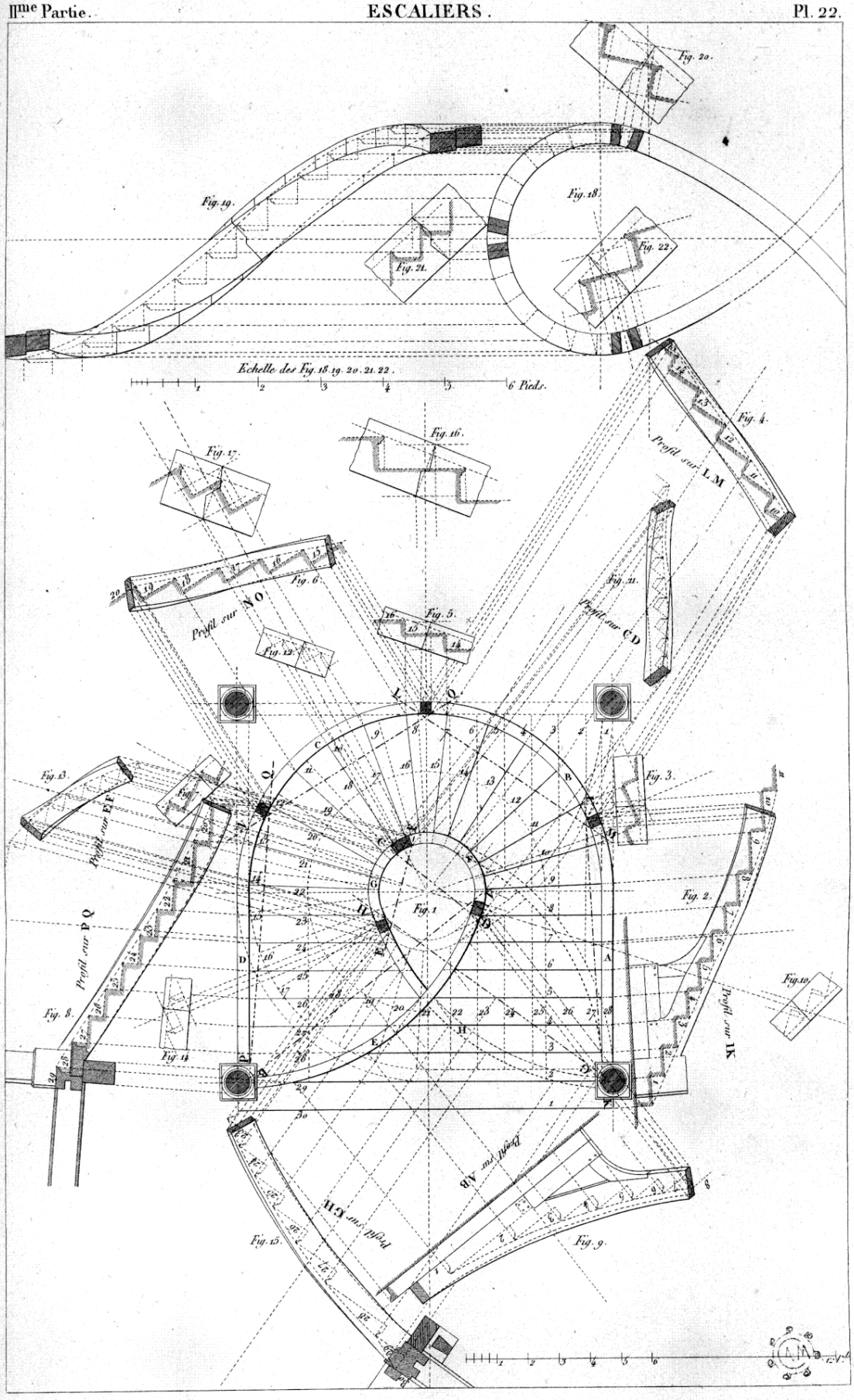
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



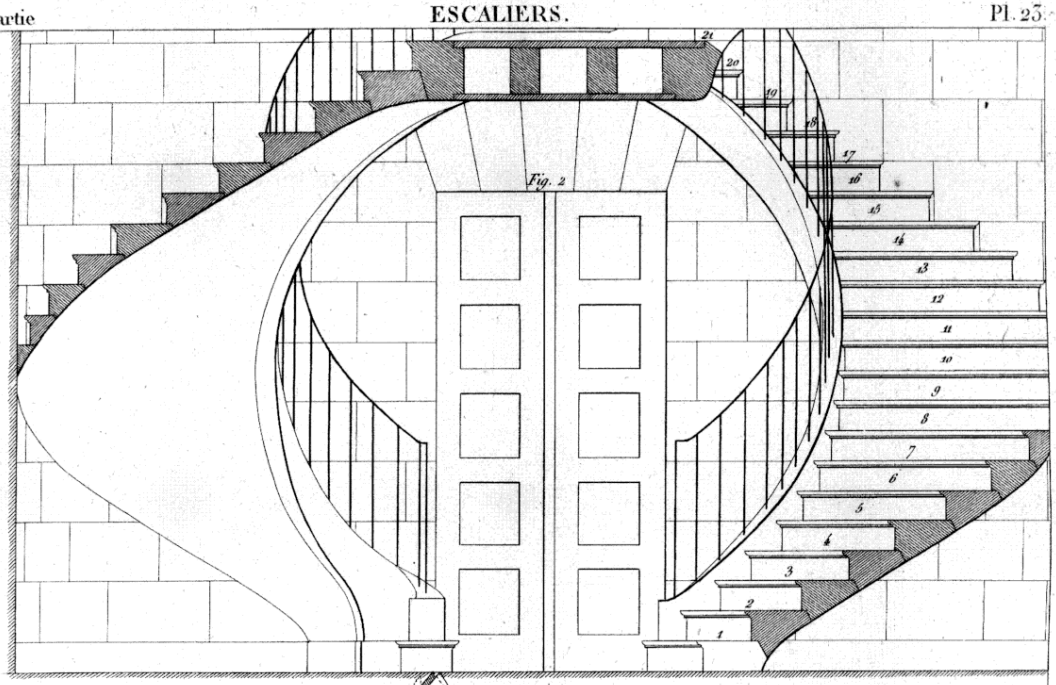
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

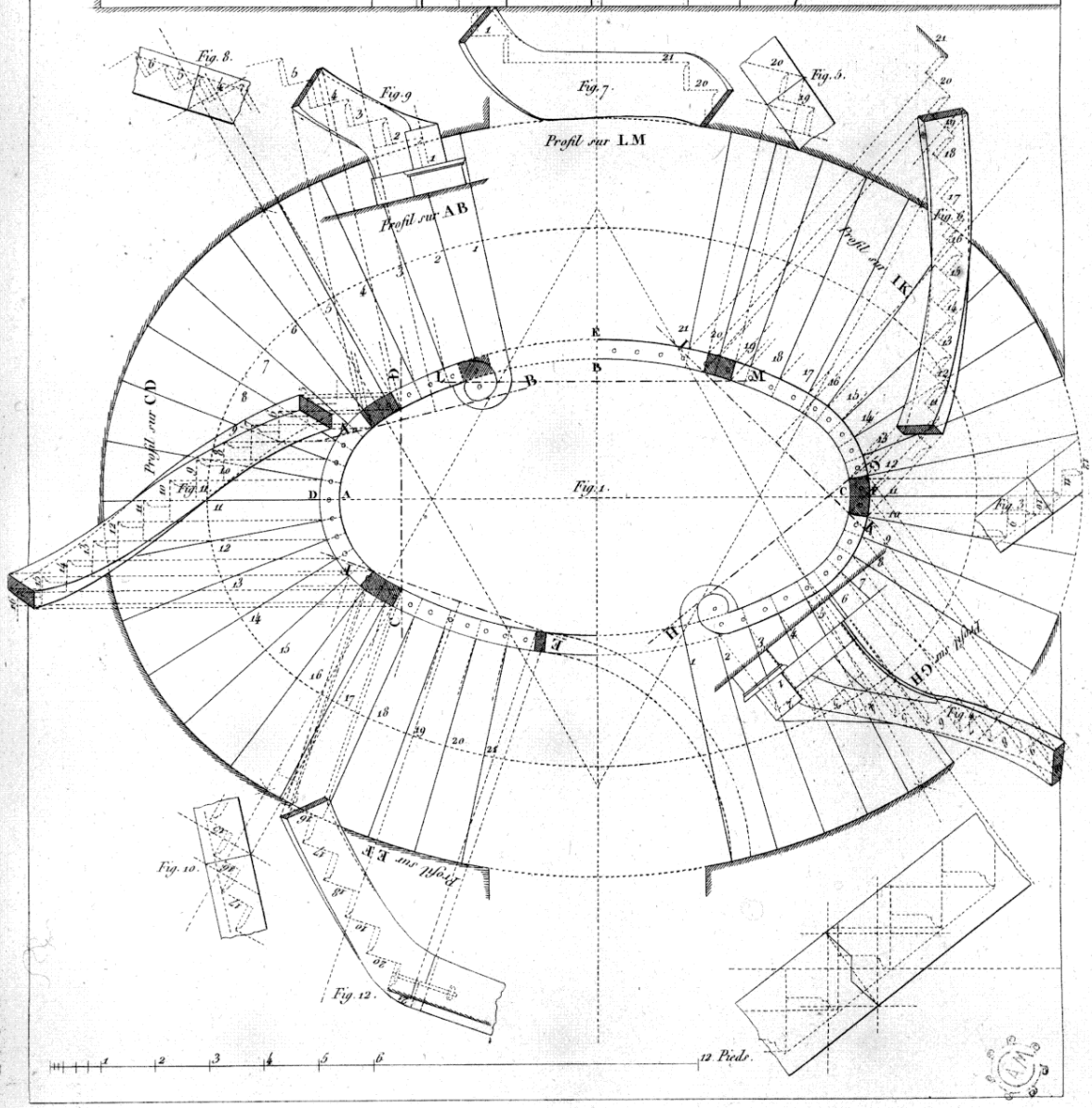
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

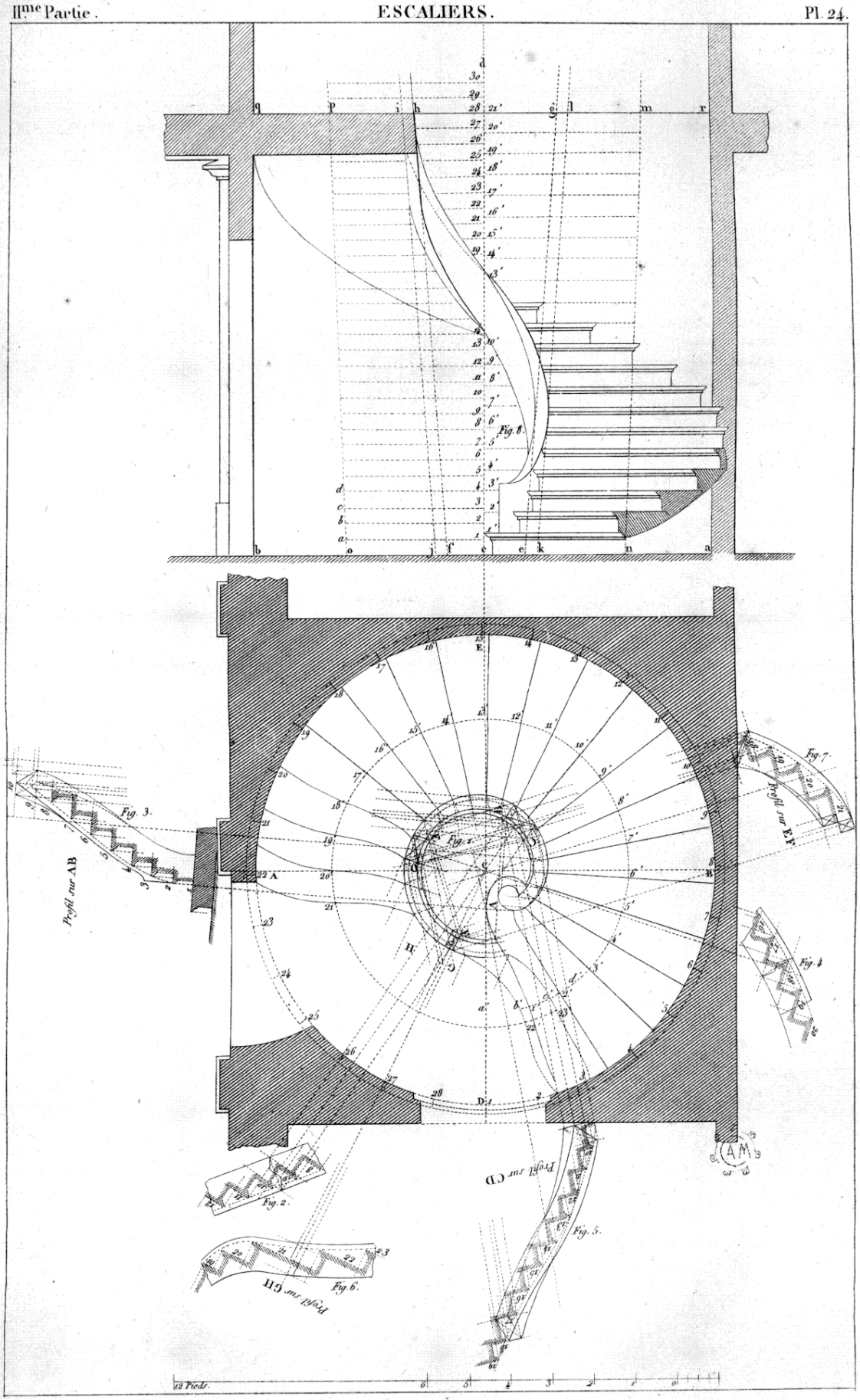
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires





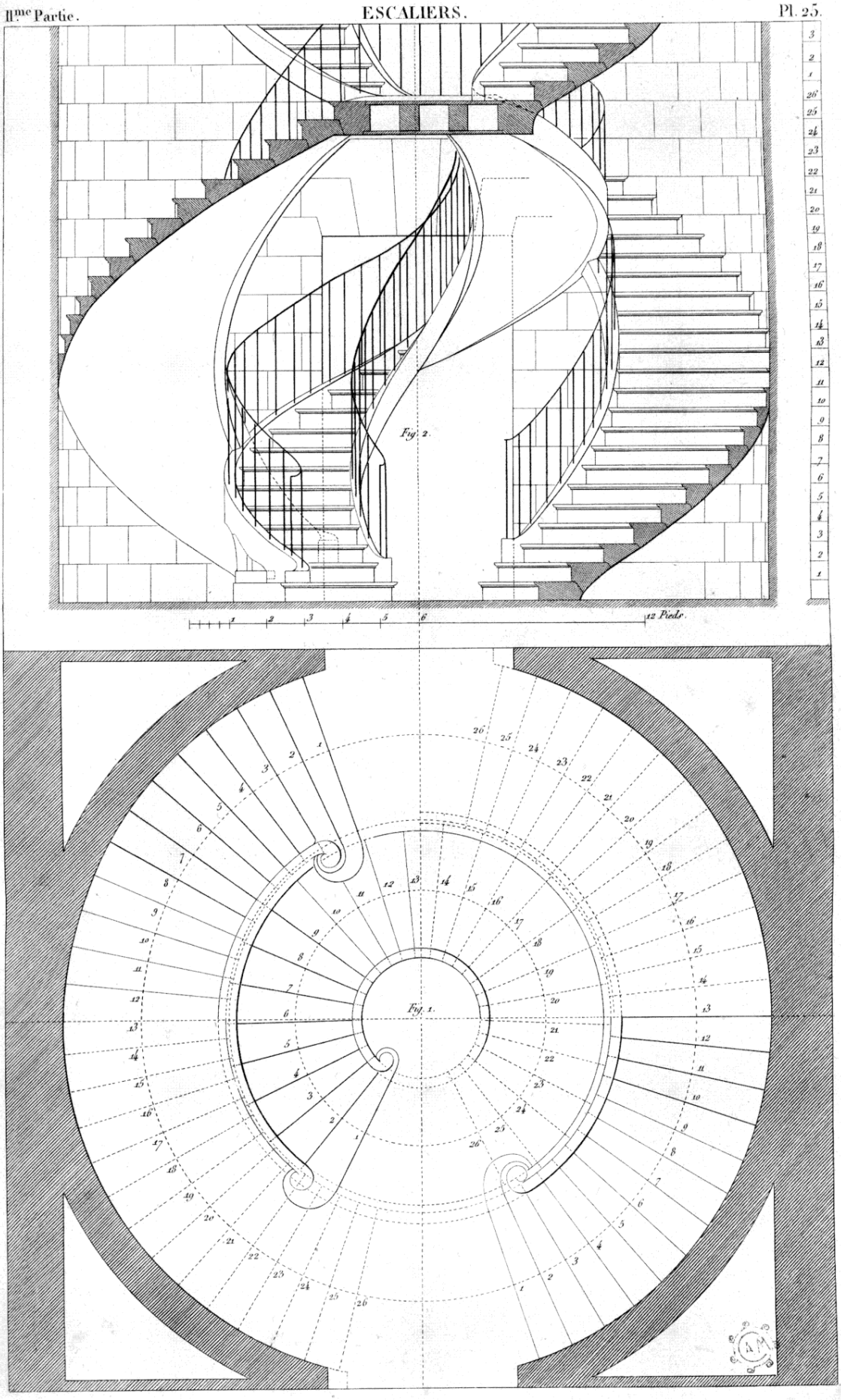
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

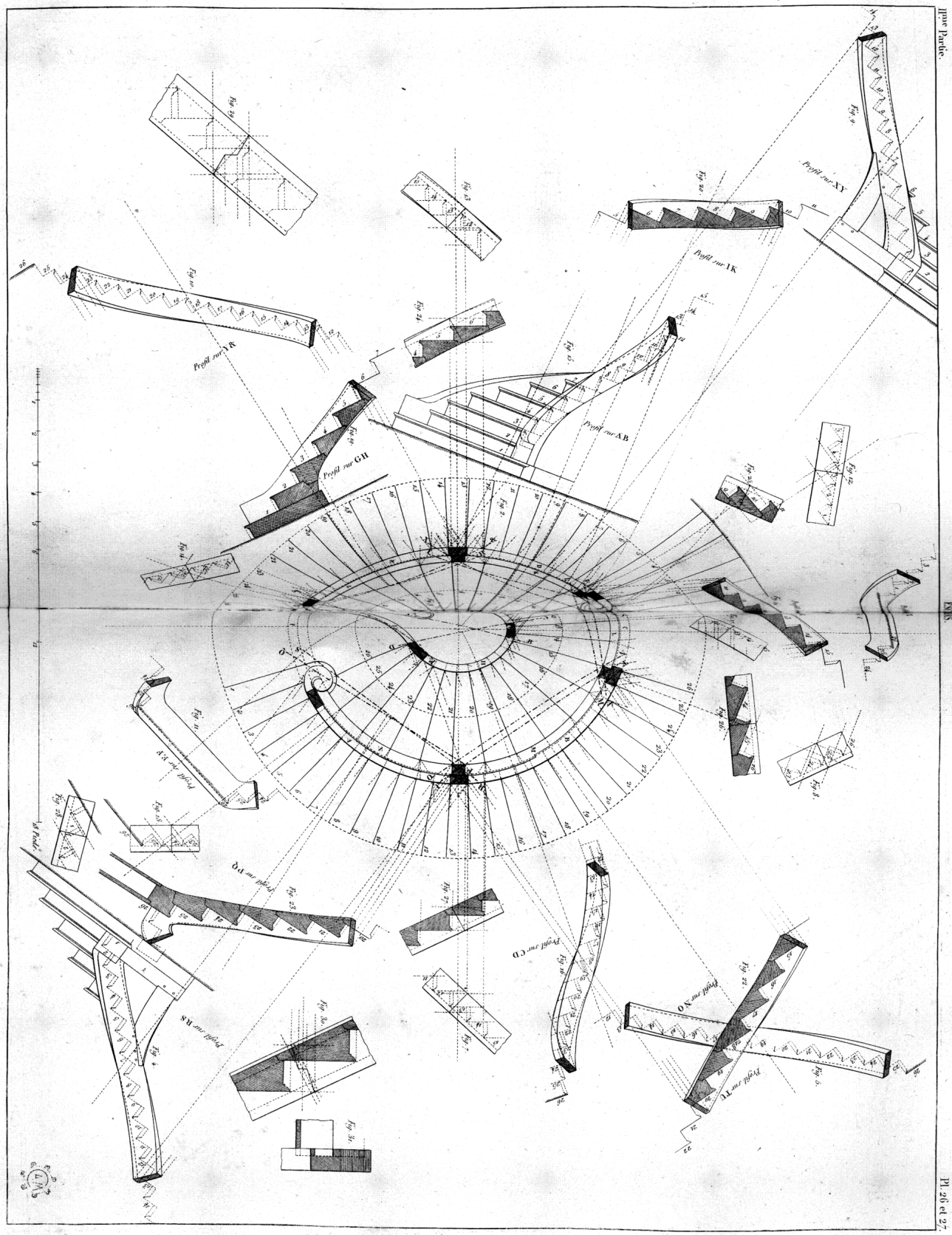
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

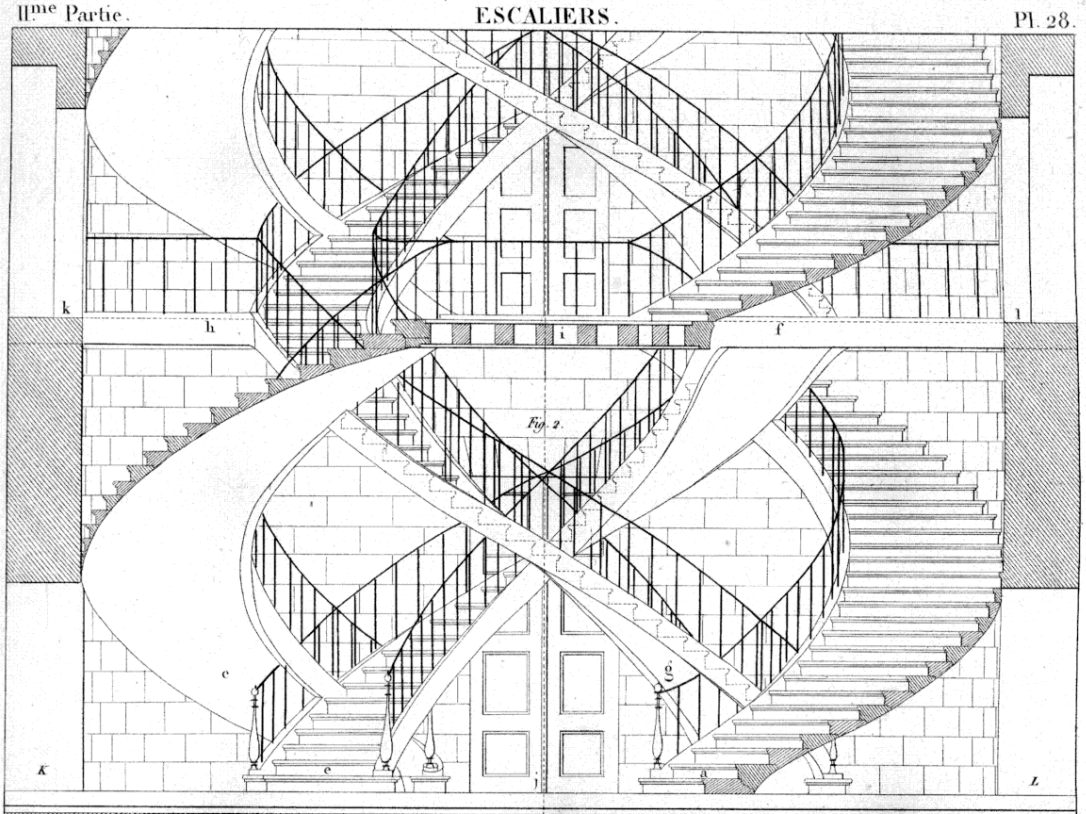


Fig. 2.

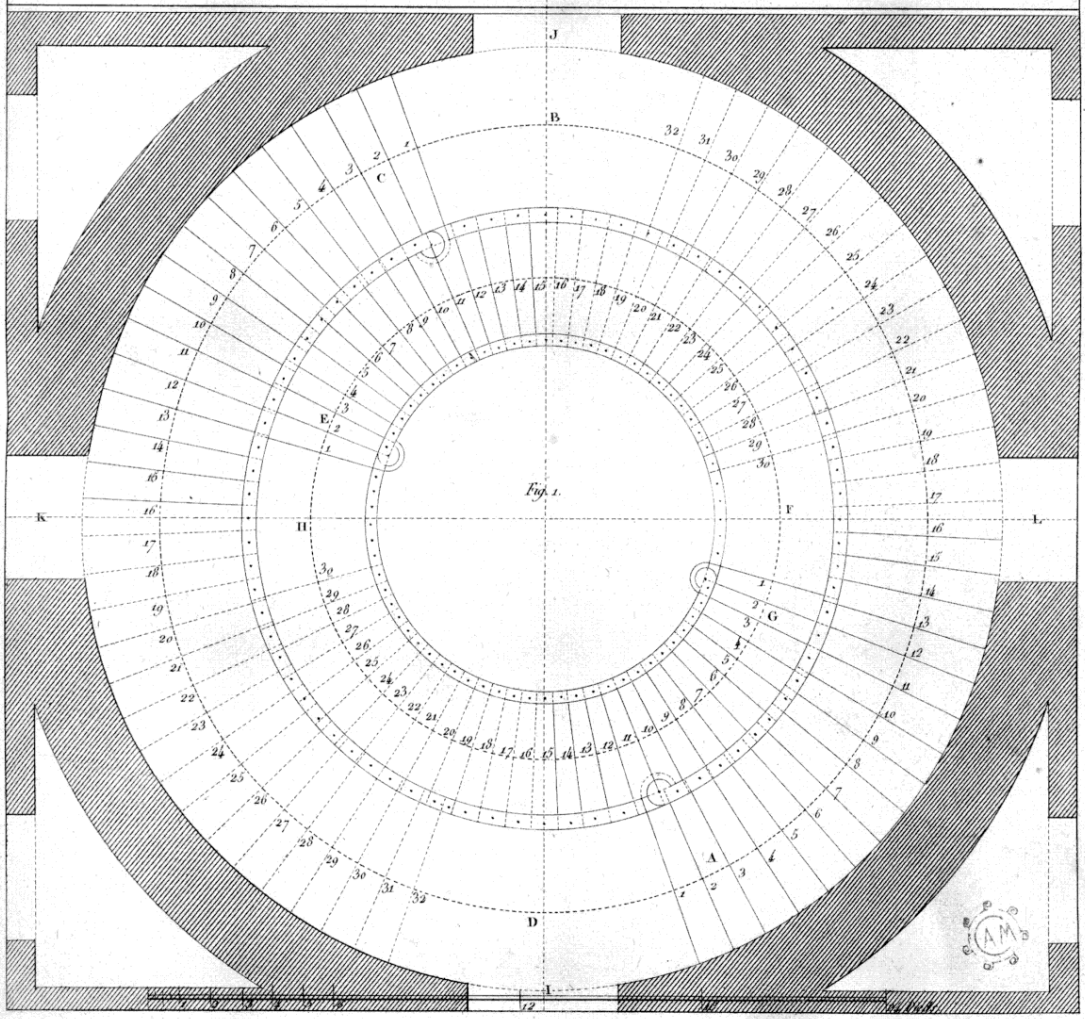


Fig. 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRAITÉ

SUR

L'ART DE LA CHARPENTE,

THÉORIQUE ET PRATIQUE,

Publié par J. Ch. KRAFFT, Architecte.

ANWEISUNG

ZUR

THEORETISCH-PRAKTISCHEN

ZIMMERMANNS-KUNST,

Herausgegeben von J. Ch. KRAFFT, Baumeister.

TREATISE

ON

THE ART OF CARPENTRY,

WITH THE THEORY AND PRACTICE,

Published by J. Ch. KRAFFT, Architect.

A PARIS,

Chez
- L'AUTEUR, rue de Bourgogne, n.° 25.
- FIRMIN DIDOT, Imprimeur du Roi, rue Jacob, n.° 24.
- REY et GRAVIER, Libraires, quai des Augustins, n.° 55.
- TREUTTEL et WURTZ, Libraires, rue de Bourbon, n.° 17.
- GŒURY, Libraire des Ingénieurs de l'École royale des Ponts et Chaussées et des Mines, quai des Augustins, n.° 41.

A Manheim, chez Artaria.

1821.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix de cette Livraison est de 30 fr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AVANT-PROPOS.

Quels que soient la matière, la forme et l'assemblage des diverses constructions qui closent ou divisent l'espace occupé par un bâtiment, leur conservation exige qu'une bonne couverture les tienne à l'abri des intempéries de l'air. Dans les climats tempérés, comme le nôtre, où les pluies, par leur fréquence et leur abondance, présentent plus d'incommodité que la chaleur, il est bien rare que l'on charge les maçons de couvrir un bâtiment d'une lourde terrasse, comme on le fait d'ordinaire sous un ciel sec et brûlant : on préfère une couverture moins pesante, connue de tout le monde sous le nom de toit, et dont la charpente forme la principale partie.

Il est, à la vérité, des toits d'une exécution très-facile, tels que ceux à deux égouts entre pignons et à base rectangulaire, dont la charpente se compose uniquement de pannes et de chevrons respectivement parallèles. Mais les côtés de la base qui terminent la longueur du toit se trouvent-ils seulement différer en longueur, les surfaces du toit seront gauches et d'une construction plus ou moins difficile, parce qu'il ne serait point supportable de voir le faite ni les égouts inclinés à l'horizon.

Des combles plus composés encore que ceux-là deviennent aussi nécessaires par l'irrégularité de leur base, soit qu'elle existe dans la portion de terrain qui a reçu le bâtiment, soit qu'elle ait été amenée par la distribution générale; et c'est ce que les praticiens désignent par le mot *biais :* et parmi les formes régulières, la polygonale, la circulaire, l'elliptique, et même le parallélogramme sans pignons, entraînent aussi une composition compliquée dans la charpente du toit, soit que ces formes aient été données par le terrain, ou qu'elles aient été exigées par la destination de l'édifice, ou adoptées par choix. En outre, si c'est un monument que l'on veuille terminer par un comble remarquable, la projection verticale se trouvera modifiée de plusieurs parties de diverses formes, indépendantes de la base : tels sont les toits dénommés dans la pratique *comble à deux* ou *à cinq épis, dôme sphérique* ou *sphéroïde* ou *à impériale, &c.*

C'est le tracé de ces ouvrages qu'on appelle *l'art du trait;* tracé qui devient encore plus compliqué, lorsque l'intérieur de ces combles simule des voûtes, et lorsque des ouvertures, nommées lunettes, y sont réservées pour le passage de la lumière. C'est à cet art que nous avons consacré notre troisième partie, composée de six sections, avec trente planches.

VORREDE.

Bei den verschiedenen Bestandtheilen aus welchen ein Haus besteht, kommt es nicht allein auf die Materialien, auf die Gestalt und die Zusammensetzung derselben an, sondern ihre Erhaltung erfordert ausserdem noch eine wohleingerichtete Decke, welche sie gegen den Einfluss der Witterung schützt. Da in gemässigten Himmelsstrichen, wohin der unsrige gehört, der häufige Regen noch mehr widrige Zufälle erzeugt als die Hitze, so geschieht es äusserst selten, dass man den in trockenen und heissen Gegenden üblichen Gebrauch nachahmt, und ein Gebäude mit einer schweren Terrasse belastet : dafür wählt man gewöhnlich lieber eine minder schwere Decke, welche mit dem allgemeinen Namen Dach bezeichnet wird, und wobei die innern Verbindungen den Hauptbestandtheil ausmachen.

Es giebt zwar Dächer, deren Erbauung mit keinen Schwierigkeiten verbunden ist, wie z. B. Dächer mit rechtwinkeliger Grundfläche und zwei Dachrinnen in der Mitte, wobei das Holzwerk aus nichts als aus parallel gesetzten Sparren und Fetten besteht. In diesem Falle ist aber die verschiedene Länge der Dächer nicht der einzige Umstand welcher hierbei in Betrachtung kommt, sondern diese Dachflächen werden zugleich auch schief und mehr oder minder schwer auszuführen seyn ; indem es eine unangenehme Wirkung hervorbrächte, wenn weder der Giebel noch die Dachrinnen nach dem Horizont geneigt wären.

Bisweilen müssen die Dächer, wegen der Unregelmässigkeit ihrer Grundfläche, zusammengesetzter noch seyn als die so eben erwähnten. Diese Unregelmässigkeit mag sich nun entweder aus der Beschaffenheit des Bodens worauf das Gebäude steht, oder aus der Eintheilung dieses letztern herschreiben. Die französischen Baumeister bezeichnen diese Eigenschaft mit dem Namen *biais.* Unter den regelmässigen Formen machen die vieleckige, die zirkelrunde, die elliptische, und selbst die giebellose parallelogrammförmige, wiederum mannigfaltig zusammengesetzte Dachverbindungen nöthig. Auch diese Formen können ebenfalls wieder in der Beschaffenheit des Bodens oder in der Bestimmung des Gebäudes ihren Grund haben, oder können wohl auch so vorgeschrieben worden seyn. Soll endlich ein vorzügliches Gebäude mit einem ausgezeichneten Dache versehen werden, so wird der dazu bestimmte Aufsatz, bei unveränderter Gestalt der Grundfläche, mehrere verschiedentlich gestaltete Theile erhalten müssen. Dahin gehören z. B. die Dachstühle mit zwei oder fünf Giebelsäulen, ferner die sphärischen und ausgeschweiften Dome.

Die für solche Arbeiten erforderlichen Zeichnungen werden nach den Regeln ausgeführt, welche die Stereotomie für diesen Gegenstand angiebt. Erhält das Innere solcher Dächer die Gestalt eines Gewölbes, und sollen darin Oeffnungen, wodurch das Licht in dieses Innere fällt, angebracht werden, so erhalten dergleichen Zeichnungen eine noch zusammengesetztere Form. Diesem Gegenstand ist nun

PREFACE.

Whatever may be the matter, form and assemblage of the various constructions which envelope or devide the space occupied by a building, their preservation exacts that a good covering should keep them from the inclemency of the weather.

In temperate climates, like that of ours, where rain, by its frequency and abundance, presents more inconveniency than the heat, it rarely occurs that a manor is ordered to shelter a tuiling with a heavy terrace, as is generally done in a dry and burning climate; but a light covering is prefered, which consists principally of carpentry work.

Some of these roofs are easy of execution, such as those with two gutters between *pignons* [caps], with rectangular base, the carpentry of which is composed solely of purlins and rafters respectively parallel. But, if the parallel sides of the base which terminate the length of the roof are of different lengths, the surfaces of the roof will appear ill-contrived, and will be of more or less difficult construction, because it would be insupportable to see either the ridge or the gutters inclined towards the edge.

Some roofs are rendered more complex by the irregularity of their base, whether the irregularity exists in the disposition of the foundation of the building, or in the general distribution of the parts; which is denominated by practicians the *biais :* and amongst the regular forms the polygonal, the circular, the elliptic, and even the parallelogram without *pignons,* also include a complex composition in the carpentry of the roof, whether these forms have originated in the ground-disposition, or in the destination of the edifice, or in choice merely. Again, if it is an edifice of some moment, and a roof of some importance is requisite, the vertical projection will include many parts of various descriptions, independant of the base : such are the roofs technically called roof with two or with five ears, spherical dome, or spheroïd, or *à l'impériale.*

It is the drawing of these works which is called the *art du trait* [the art of modelling or delineation], a drawing which is still more difficult, when the interior of these roofs are in imitation of vaults, and when openings are left in the roof for the passage of the light. We have devoted to the description of this art the third part of our work, which will be composed of six sections, with thirty plates.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un ouvrage de cette nature, où l'art du trait se trouve rigoureusement nécessaire, exige toute la considération du constructeur qui entreprend, 1.° à cause de la grande consommation de matière qu'il entraîne; 2.° à raison du temps qu'il faudra au manipulateur, soit pour l'exécution, soit même pour le tracé de l'élévation. Si les usages locaux n'en ont pas fixé la valeur, celui qui en rédige les détails et la cubature, ainsi que celui qui en arrête les prix, doivent y suppléer avec beaucoup d'attention.

gegenwärtiger dritter Theil gewidmet. Derselbe besteht aus sechs Abschnitten, und enthält dreissig Tabellen.

Arbeiten dieser Art, bei denen dergleichen Zeichnungen ein wesentliches Erforderniss ausmachen, müssen von den Baumeistern, welche selbige auszuführen haben, wohl erwogen und überdacht werden, und zwar: 1.° wegen des grossen Verbrauches der dazu erforderlichen Materialien; 2.° wegen des Zeitaufwandes den die Ausführung und selbst auch die Zeichnung des Risses nöthig macht. Haben Herkommen und Gewohnheit die Preisse nicht bestimmt, so müssen diejenigen, welche die dabei erforderlichen Arbeiten und Messungen besorgen, und die Preisse festsetzen, mit grosser Behutsamkeit zu Werke gehen.

A work of this nature, in which a knowledge of the art of modelling is absolutely necessary, requires all the consideration of him who undertakes, 1.^{rst} because of the great consumption of material which it occasions; 2.^{dly} because of the time necessary for the execution and even the formation of the plan. If the local uses have not established its necessity and worth, he who has the direction of the plan, the measuring and the payment of the work, should give the subject his best attention and consideration.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRAITÉ

SUR

L'ART DE LA CHARPENTE

THÉORIQUE ET PRATIQUE.

III.e PARTIE.

Du Tracé et des principales Propriétés des Courbes usuelles en architecture ; de l'Édrographie, ou Développement des surfaces des volumes, usité dans l'art du trait; Système des Projections, des Angles plans, des Angles solides, &c.

SECTION I.re

Oves ou Quarts de rond, Fig. 1, 2, 3, *et Cavet ou Gorge*, Fig. 4, 5 et 6.

1. PROBLÈME. DANS un rectangle donné ABEF, tracer un quart de rond ou un cavet.

SOLUTION. Sur le milieu D de la diagonale A B, élevez la perpendiculaire D C; son intersection C avec celle des deux lignes A C ou B C à laquelle doit être perpendiculaire la courbe proposée, sera le centre du quart de rond ou du cavet, que vous tracerez en prenant pour rayon C A ou C B.

Scholie. Lorsque la hauteur et la saillie de la moulure sont égales entre elles, on a la moulure primitive ou régulière, qui est un quart de circonférence, ayant pour rayon la dimension commune. Alors on peut se dispenser de la diagonale; car, pour avoir le centre, il suffit de mener entre les parallèles du rectangle les perpendiculaires B C pour le quart de rond, et A C pour le cavet.

Doucine et Talon.

2. PROBLÈME. Dans un rectangle donné A B E F, tracer une doucine, *Fig. 7, 8, 9, 10, 11*, ou un talon, *Fig. 12, 13, 14, 15 et 16*, A G B.

SOLUTION. Divisez la diagonale A B en deux parties égales ou inégales, dans tel rapport que vous voudrez, au point G. Sur le milieu D de l'une de ces parties A G, élevez la perpendiculaire indéfinie D C, sur laquelle vous pouvez prendre à volonté un point C pour le centre de l'un des arcs de la moulure demandée. De ce point, menez par G la droite C G c, que vous terminerez en c par une construction graphique semblable à celle qui la termine en C, et vous aurez en c le centre du second arc G B de la doucine ou du talon.

Démonstration. 1.° Le centre C étant sur une perpendiculaire élevée au milieu de A G, le premier arc qui passe par A doit aussi passer par G.

2.° Les deux triangles G C D, G c d, étant semblables, on peut en dire autant de c, centre du second arc B G, et qui se trouve aussi sur une perpendiculaire élevée au milieu de B G.

3.° Les deux centres C et c étant sur une même ligne avec le point de jonction G des deux arcs, la courbe A B ne peut avoir de jarret en G.

ANWEISUNG

ZUR

THEORETISCH-PRAKTISCHEN

ZIMMERMANNS-KUNST.

DRITTER THEIL.

Von der Zeichnung und der besondern Beschaffenheit der in der Baukunst üblichen Bogen. Von der Edrographie oder Ausmittelung der durch die Stereotomie zu bestimmenden Flächen eines Körpers. System der Projectionen, so wie der flachen und körperlichen Winkel, &c.

ERSTER ABSCHNITT.

Eier oder Viertelstäbe, Fig 1, 2, 3, *und Hohlkehlen oder Hohlleisten*, Fig. 4, 5 *und* 6.

1. PROBLEM. IN einem gegebenen Rechteck ABEF, einen Viertelstab oder eine Hohlkehle zu zeichnen?

AUFLÖSUNG. Auf der Mitte D, der Diagonallinie A B, richte man eine Perpendicularlinie D C auf; ihr Durchschneidungspunkt C, nebst dem der beiden Linien A C, oder B C, mit welchem die gegebene krumme Linie perpendicular seyn muss, wird der Mittelpunkt des Viertelstabes oder der Hohlkehle seyn, welche man dergestalt zeichnet, dass man C A oder C B zum Radius annimmt.

Anmerkung. Ist die Höhe und der Vorsprung des Gesimses einander gleich, so hat man das regelmässige oder Grundgesims, welches in einem Viertel des Umkreises besteht, und den gewöhnlichen Umfang zum Radius hat. In diesem Falle kann man die Diagonallinie entbehren; denn um den Mittelpunkt zu erhalten, so braucht man bloss zwischen die Parallellinien des Rechtecks die Perpendicularlinien zu führen, und zwar B C zu dem Viertelstabe, und A C zu der Hohlkehle.

Rinnleisten und Kehlstösse.

2. PROBLEM. In einem gegebenen Rechteck ABEF, eine Rinnleiste *Fig. 7, 8, 9, 10, 11*, oder einen Kehlstoss *Fig. 12, 13, 14, 15* und *16*, AGB zu zeichnen?

AUFLÖSUNG. Man theile die Diagonallinie AB, bei dem Punkte G in zwei gleiche oder ungleiche Theile, und zwar in dem Verhältnisse wie man es zu haben wünscht. Bei einem von den Theilen A G, richte man auf der Mitte D die unbestimmte verticale Linie D C auf; wobei man auf derselben einen beliebigen Punkt C, zum Mittelpunkte des einen zu dem verlangten Gesims gehörigen Zirkelbogens nehmen kann. Von diesem Punkte ziehe man durch G die gerade Linie C G c, und endige sie bei c auf die nämliche Art wie solche bei C geendigt ist; auf diese Weise erhält man bei c den Mittelpunkt vom zweiten zur Rinnleiste oder dem Kehlstosse gehörigen Zirkelbogen G B.

Beweis. 1.° Da der Mittelpunkt C sich auf einer in der Mitte von A G aufgerichteten Perpendicularlinie befindet; so muss der erste Zirkelbogen, welcher durch A geht, auch durch G gehen.

2.° Da die beiden Dreiecke G C D, G c d, einander gleich sind, so lässt sich dasselbe auch von c behaupten, welches der Mittelpunkt des zweiten Bogens B G ist, und sich ebenfalls auf einer in der Mitte von B G aufgerichteten Perpendicularlinie befindet.

3.° Da die beiden Mittelpunkte C und c sich mit dem Punkte G, wodurch die beiden Bogen verbunden werden, auf einer und derselben Linie befinden, so kann die krumme Linie A B keinen Bug bei G erhalten.

TREATISE

ON

THE ART OF CARPENTRY,

WITH THE THEORY AND PRACTICE.

PART III.

Of the Draught and of the principal Properties of the usual Curves in architecture; of the Edrography, or Developement of the surfaces of the volumes, used in the art of tracing; System of Projections, plane and solid Angles, &c.

SECTION I.st

Oves *[eggs] or Quarter-round*, Fig. 1, 2, 3, *and Cavettoor Concave Mouldings*, Fig. 4, 5 et 6.

1. PROBLEM. IN a given rectangle A B E F, trace a quarter-round or a cavetto.

SOLUTION. Upon the center D of the diagonal A B, raise a perpendicular D C; its intersection C with that of the two lines A C or B C to which the proposed curve ought to be perpendicular, will be the center of the quarter-round or of the cavetto, which will be traced taking for radius C A or C B.

Scholion. When the top and the *saillie* [bend] of the moulding are equal, it gives the primitive or regular moulding, which is the quarter of a circle, having for radius the common dimension. Then the diagonal may be dispensed with; for, to have the center, it is sufficient to carry between the parallels of the rectangle the perpendiculars B C for the quarter-round, and A C for the cavetto.

Gola or Throat, and Talon.

2. PROBLEM. In a given rectangle A B E F trace a gola, *Fig. 7, 8, 9, 10, 11*, or a talon, *Fig. 12, 13, 14, 15 et 16*, A G B.

SOLUTION. Cut the diagonal A B in two parts equal or unequal, in whatever manner, at the point G. Upon the middle D of one of the parts A G, raise the undefined perpendicular D C, upon which may be taken at will a point C for the center of one of the arches of the moulding required. From this point trace by G the right line C G c, which will terminate at c by a graphic construction similar to that which terminates at C, and you will have at c the center of the second arch G B of the gola or of the talon.

Demonstration. 1.st The center C being upon a perpendicular raised on the middle of A G, the first arch which passes through A ought also to pass thro' G.

2.d The two triangles G C D, G c d, being similar, the same may be affirmed of c, the center of the second arch B G, and which is also upon a perpendicular raised at the middle of B G.

3.d The two centers C et c being upon the same line with the point of junction G of the two arches, the curve A B cannot but be regular at G.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Corollaire. 1.° Les deux arcs A G, B G, sont nécessairement semblables, ou d'un même nombre de degrés, à cause de la similitude des triangles A C G, B c G.

2.° Si, sur la perpendiculaire D C, on prend le point C de manière que A C = A G, on aura aussi B c = B G, à cause de la similitude des mêmes triangles, et chacun des deux arcs sera de 60 degrés.

3.° Ces deux arcs seront même égaux entre eux, à cause de l'égalité des mêmes triangles, si la diagonale A B a été divisée en deux parties égales.

Scholie. 1.° On doit placer les points C et c le plus près possible des côtés A F et B E du rectangle pour la doucine, et des côtés A E et B F pour le talon, afin que la courbe soit, par ses extrémités, le plus perpendiculaire possible à l'un des côtés du rectangle, et le plus parallèle à l'autre côté.

2.° Dans le talon, il faut absolument éviter que les points C et c soient sur une ligne inclinée du même côté que la diagonale du rectangle donné. Cette ligne C G c doit être, ou horizontale, ou verticale, ou comprise entre ces deux limites, et inclinée du côté opposé à la diagonale A B : sans cela, la tangente commune aux deux arcs en G serait inclinée au-dessus de l'horizontale au dehors de la moulure, défaut que le bon goût réprouve, et qui serait contraire à la solidité et au caractère de support, qui est l'objet originaire du talon.

Scotie.

3. Problème. Sur un rectangle donné A C B D, *Fig. 17*, tracer une scotie A F H B, composée de trois arcs circulaires.

Solution. Prenez pour centre du premier arc A F, que vous ferez de quart de circonférence, le point E au tiers de la hauteur. Prolongez ensuite le rayon F E de la moitié de sa longueur en G, et prenez ce point G pour centre du second arc F H, que vous ferez d'abord indéfini vers H. Portez le rayon G F de B en L; joignez L G, et, sur le milieu de cette ligne L G, élevez une perpendiculaire, qui donnera, sur le côté B C prolongé, un point d'intersection N. Ce point N sera le centre du troisième arc B H, et servira à déterminer le second arc, en menant la droite N G H.

Telle est la scotie que l'on exécute chez les modernes à la base de la colonne ionique, et où la saillie est les trois quarts de la hauteur; étant de 2 1/4 parties de module, tandis que la hauteur est de trois parties.

Anse de panier ou Ovale.

Nomenclature, *Fig. 18.*

4. A K D B. Demi-ovale, nommé par les praticiens anse de panier.

A B.	Diamètre
C D.	Montée.
A K.	Arc extrême, ou naissance de la courbe.
K D L.	Arc moyen, dont le milieu D est la clef.
A F.	Tangente à la naissance.
G H.	Tangente à l'arc de la clef.
K I.	Rayon de l'arc extrême.
K i.	Rayon de l'arc moyen.

5. Comme ces courbes doivent être formées d'un même nombre d'arcs égaux, deux à deux, de part et d'autre de celui du milieu, le nombre total des arcs qui composent une anse de panier doit toujours être impair, et l'arc du milieu doit toujours être coupé en deux parties égales; et, comme les tangentes à la

Folgesätze. 1.° Die beiden Zirkelbogen A G, B G, sind nothwendig einander gleich, oder enthalten eben so viel Grade, und zwar wegen der Aehnlichkeit der Dreiecke A C G, B c G.

2.° Wenn man auf der Perpendicularlinie D C, den Punkt C dergestalt nimmt, dass A C = A G; so wird auch B c = B G, und zwar ebenfalls wieder wegen der Aehnlichkeit derselben Dreiecke, wobei ein jeder der beiden Zirkelbogen aus 60 Graden bestehen wird.

3.° Diese beiden Zirkelbogen werden, wegen der Gleichheit der gedachten Dreiecke, einander ebenfalls gleich seyn, wenn die Diagonallinie A B in zwei gleiche Theile getheilt worden ist.

Anmerkung. 1.° Bei der Rinnleiste müssen die Punkte C und c so nahe als möglich an die Seiten A F und B E des Rechtecks, und bei dem Kehlstosse eben so nahe an die Seiten A E und B F gebracht werden; damit die Enden der krummen Linie mit der einen Seite des Rechtecks so perpendicular als möglich, und mit der andern Seite so parallel als möglich seyen.

2.° Bei dem Kehlstosse dürfen die Punkte C und c sich durchaus nicht auf einer Linie befinden, welche nach derselben Seite geneigt ist, wie die Diagonallinie des gegebenen Rechtecks. Diese Linie C G c muss entweder horizontal oder senkrecht, oder zwischen diesen beiden Lagen zugleich begriffen, und auf der Seite geneigt seyn, welche der Diagonallinie A B entgegengesetzt ist; indem sonst der Tangent, welcher bei G den beiden Zirkelbogen gemeinschaftlich ist, über der Horizontallinie, und ausserhalb des Gesimses geneigt wäre, welches den guten Geschmack beleidigen, der Festigkeit schaden, und mit der eigentlichen Bestimmung des Kehlstosses, welcher zum Träger dienen soll, im Widerspruche stehen würde.

Scotia (Vertiefung).

3. Problem. Auf einem gegebenen Rechteck A C B D, *Fig. 17*, eine aus drei Zirkelbogen zusammengesetzte Scotia A F H B zu zeichnen?

Auflösung. Zum Mittelpunkte des ersten Bogens A F, dessen Umkreis 1/4 beträgt, nehme man den Punkt E, im dritten Theile der Höhe. Man verlängere sodann den Radius F E, um die Hälfte seiner Länge in G; und nehme diesen Punkt G zum Mittelpunkte des zweiten Bogens F H, den man zuerst nach H zu unbestimmt zeichnet. Man führe den Radius G F von B nach L, vereinige L G, und richte auf der Mitte dieser Linie L G eine Perpendicularlinie auf, welche sich auf der verlängerten Seite B C, bei N durchschneidet. Dieser Punkt N wird der Mittelpunkt des dritten Zirkelbogens B H seyn, und zugleich zur Bestimmung des zweiten Bogens dadurch dienen, dass man die gerade Linie N G H zieht.

So ist die Scotia beschaffen, welche in der neuen Baukunst am Fusse der jonischen Säule ausgeführt wird, wo der Vorsprung 3/4 der Höhe ausmacht, welches 2 1/4 Theil des Models ist; während die Höhe drei Theile beträgt.

Oval.

Benennungen, *Fig. 18.*

4. A K D B. Halbes Oval.

A B.	Durchmesser.
C D.	Höhe.
A K.	Aeusserster Bogen, oder Anfang der krummen Linie.
K D L.	Mittler Bogen, dessen Mitte D der Schlussbogen ist.
A F.	Tangent am Anfange.
G H.	Tangent am Schlussbogen.
K I.	Radius des äussersten Bogens.
K i.	Radius des mittleren Bogens

5. Da diese krummen Linien aus einer und derselben Anzahl gleicher Bogen gebildet werden, welche auf beiden Seiten, zwei und zwei, von dem mittleren entfernt sind, so muss die Gesammtzahl der Bogen, aus denen eine halbe Ovale besteht, jederzeit eine ungerade Zahl seyn; auch muss der

Corollary. 1.st The two arches A G, B G, are necessary similar, or are of the same number of degrees, because of the similarity of the triangles A C G, B c G.

2.d If, upon the perpendicular D C, we take the point C so as to have A C = A G, we shall also have B c = B G, because of the similarity of the said triangles, and each of the two arches will be 60 degrees.

3.d These two arches will be equal, as the said triangles are equal, if the diagonal A B is divided into two equal parts.

Scholion. 1.st The points C and c should be placed as near as possible to the sides A F and B E of the rectangle for the gola, and to the sides A E and B F for the talon, so that the curve may be, at its extremities, as perpendicular as possible to one of the sides of the rectangle, and as parallel on the other side.

2.d In the talon, it is necessary to take notice that the points C et c be not on a line with the same inclination as the diagonal of the given rectangle. This line C G c ought to be either horizontal, or vertical, or comprised between these two limits, and inclined towards the side opposed to the diagonal A B : unless this be done, the tangent common to the two arches at G would rise over the horizontal beyond the moulding, a defect which good taste would avoid, and which would be contrary to solidity and to the character of supporter, which is the original object of the talon.

Scotia.

3. Problem. Upon a given rectangle A C B D, *Fig. 17*, trace a scotia A F H B composed of three circular arches.

Solution. Take for center of the first arch A F, which you will trace a quarter-round, the point E, to the third of the height. Continue then the radius F E the half of its length at G, and take the point G for the center of the second arch F H, which will be drawn undefined towards H. Carry the radius G F from B to L; join L G; and, upon the middle of the line L G, raise a perpendicular, which will give, upon the side B C continued, a point of intersection N. The point N will be the center of the third arch B H, and will serve to determine the second arch, carrying the right line N G H.

Such is the scotia which is executed in modern days at the base of the Ionic column, and in which the saliant is the three fourths of its height; being 2 1/4 parts of module, whilst the height is three parts.

Flat Arch or Oval.

Nomenclature, *Fig. 18.*

4. A K D B. Half oval.

A B.	Diameter.
C D.	Mounting.
A K.	Extreme arch, or rise of the curve.
K D L.	Middle arch, the middle D of which is the key.
A F.	Tangent at its rise.
G H.	Tangent at the bend of the key.
K I.	Radius of the extreme arch.
K I.	Radius of the middle arch.

5. As these curves should be formed of a like number of equal arches, two by two, on one side and the other from that of the middle, the total number of arches which compose an oval, should always be odd, and the middle arch should be always cut into two equal parts; and, as the tangents

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naissance et à la clef doivent être perpendiculaires aux extrémités du diamètre et de la montée, les arcs extrêmes doivent toujours avoir leur centre sur le diamètre, et l'arc moyen sur le prolongement de la montée.

6. *Anse de panier à trois centres.* Lorsqu'elle n'est pas extrêmement surbaissée, on peut donner aux arcs extrêmes plus ou moins de degrés; mais, quand la montée est moindre que la moitié du demi-diamètre, on donne à chacun des arcs extrêmes plus de 60 degrés, et l'on augmente d'autant plus ces arcs, que l'anse est plus surbaissée.

7. Problème. Le diamètre A B et la montée C D d'une anse de panier étant donnés, avec les centres E, F des arcs extrêmes, décrire la courbe. *Fig. 19.*

Solution. Sur la montée C D, prenez la portion D H = A E; joignez E H, et, sur le milieu de cette ligne, élevez la perpendiculaire I G, qui, par son intersection avec le prolongement de la montée, vous donnera en G le centre de l'arc moyen, tandis que les droites G E K, G F L, déterminent les points de jonction des trois arcs.

8. Problème. Le diamètre A B et la montée C D d'une anse de panier étant donnés, avec le centre G de l'arc moyen, trouver les centres des arcs extrêmes.

Solution. Fig. 20. Portez D G de A en H; joignez G H, et par le point I, milieu de cette ligne, élevez une perpendiculaire I E; elle vous donnera, sur le diamètre, en E, le centre d'un des arcs extrêmes.

Remarques. 1.° La solution devient impossible lorsqu'on a A E > C D dans le premier de ces deux problèmes, et D G > A B dans le second; et, dans l'un comme dans l'autre, la solution donne un cercle, quand on a A E = C D ou D G = $\frac{A B}{2}$.

2.° Dans ces deux problèmes, les arcs extrêmes de la courbe sont chacun moindres que 60 degrés.

3.° Lorsque l'anse de panier est fort surbaissée, que la montée est moindre que la moitié du demi-diamètre, la courbe donnée par ces deux solutions fait une espèce de jarret désagréable à chacun des points de jonction des trois arcs, en sorte que ces procédés ne doivent être appliqués qu'aux anses de panier peu surbaissées.

9. Problème. Le diamètre A B et la montée C D d'une anse de panier étant donnés, décrire la courbe par trois arcs de 60 degrés chacun. *Fig. 21.*

1.re *Solution. Fig. 21.* Sur A C comme base, décrivez le triangle équilatéral A C K; ensuite, du point C, comme centre, avec le rayon C D, décrivez l'arc D H, terminé au côté C K; puis, ayant mené la droite D H prolongée jusqu'en I sur l'autre côté A K, menez la ligne I E G parallèle à C K; elle vous donnera en E et en G les centres de l'arc extrême A I, et de l'arc moyen I D L.

Demonstration. L'angle A C K du triangle équilatéral étant de 60 degrés, l'angle H C D est de 30 degrés, de même que I G D. Ainsi, 1.° les trois arcs dont l'anse est formée sont chacun de 60 degrés; 2.° ces trois arcs s'aboutent, et ont une même tangente à leur jonction, puisque leurs centres E, G, F, sont deux à deux sur une même droite; 3.° l'arc mené par le point I avec le rayon G I doit passer par le point D, sommet de la montée, puisque, à cause de I G parallèle à H C, le triangle I G D est semblable au triangle H C D, isocèle comme lui, et donne I G = G D.

mittlere Bogen jederzeit in zwei gleiche Theile zerschnitten seyn. Und da die Tangenten am Anfange und am Schlusse mit den Enden des Durchmessers und der Höhe perpendicular seyn müssen, so werden die äussersten Bogen ihren Mittelpunkt stets auf dem Durchmesser, und der mittlere Bogen den seinigen auf der Verlängerung der Höhe haben.

6. *Oval mit drei Mittelpunkten.* Wenn solches nicht zu sehr gedrückt ist, so kann man den äussersten Bogen mehr oder weniger Grade geben; wenn aber die Höhe weniger als 1/2 des halben Durchmessers beträgt, so erhält jeder der äussersten Bogen mehr als 60 Grade, und je gedrückter das halbe Oval ist, desto mehr vergrössert man diese Bogen.

7. Problem. Es wird gegeben der Durchmesser A B und die Höhe C D eines halben Ovals nebst den Mittelpunkten E, F der äussersten Bogen, wie wird daraus die krumme Linie beschrieben? *Fig. 19.*

Auflösung. Auf der Höhe C D nehme man den Theil D H = A E, vereinige E H, und richte auf der Mitte dieser Linie die Perpendicularlinie I G auf; diese wird bei G, wo sie die Verlängerung der Höhe durchschneidet, den Mittelpunkt des mittleren Bogens geben, während die geraden Linien G E K, G F L die Verbindungspunkte der drei Bogen bestimmen.

8. Problem. Es wird gegeben der Durchmesser A B, und die Höhe C D eines halben Ovals, nebst dem Mittelpunkte G des mittleren Bogens, wie findet man die Mittelpunkte der äussersten Bogen?

Auflösung. Fig. 20. Man führe D G von A nach H; vereinige G H, und nachdem man auf der Mitte I dieser Linie, eine Perpendicularlinie I E aufgerichtet hat, so wird selbige auf dem Durchmesser bei E, den Mittelpunkt von einem der äussersten Bogen geben.

Anmerkungen. 1.° Die Auflösung wird unmöglich, wenn man A E > C D im ersten von diesen beiden Problemen, und D G > A B im zweiten hat, und in beiden Fällen giebt die Auflösung einen Zirkel, wenn man A E = C D oder D G = $\frac{A B}{2}$ hat.

2.° Bei diesen beiden Problemen beträgt jeder äusserste Bogen der krummen Linie weniger als 60 Grade.

3.° Ist die halbe Ovale sehr gedrückt, und beträgt die Höhe noch nicht die Hälfte des halben Durchmessers, so erhält die durch diese beiden Auflösungen beschriebene krumme Linie an jedem Punkte, wo die drei Bogen verbunden werden, einen unangenehmen Bug, weshalb denn dieses Verfahren blos bei minder gedrückten Ovalen anwendbar ist.

9. Problem. Mit dem gegebenen Durchmesser A B, und der Höhe C D eines halben Ovals die krumme Linie vermittelst dreier Bogen, von denen ein jeder 60 Grad beträgt zu beschreiben? *Fig. 21.*

1.te *Auflösung. Fig. 21.* Auf der Grundlinie A C als Basis, beschreibe man das gleichseitige Dreieck A C K; sodann ziehe man aus dem Mittelpunkte C mit dem Radius C D, den Bogen D H, welcher sich an der Seite von C K endigt; und nachdem man die gerade Linie D H bis nach I auf der andern Seite von A K verlängert hat, so ziehe man die Linie I E G parallel mit C K: selbige wird bei E den Mittelpunkt für den äussersten Bogen A I, und bei G, den des mittleren Bogens I D L beschreiben.

Beweis. Da der Winkel A C K des gleichseitigen Dreiecks 60 Grade hat, so enthalten die Winkel H C D und I G D ein jeder 30 Grade. Diesem zufolge enthält, 1.° ein jeder von den drei Bogen, aus denen das halbe Oval zusammengesetzt ist, 60 Grade; 2.° diese drei Bogen berühren sich, und haben an ihrem Verbindungspunkte den nämlichen Tangent, und zwar um deswillen, weil sich ihre Mittelpunkte E, G, F, zwei und zwei, auf einer und derselben geraden Linie befinden; 3.° der Bogen, welcher mit dem Radius G I, durch den Punkt I geführt worden ist, muss durch die Höhe D gehen, weil wegen der Linie I G, welche mit H C parallel ist, der Triangel I G D, dem Triangel H C D gleich ist, und I G = G D giebt.

at the rise and at the key should be perpendicular to the extremities of the diameter and the mounting, the extreme arches should always have their center upon the diameter, and the middle arch upon the continuation of the mounting.

6. *Oval with three centers.* When it is not extremely elliptic, more or less degrees may be given to the extreme arch; but, when the mounting is less than the half of the semi-diameter, more than 60 degrees are given to each of the extreme arches, and these arches are more augmented according as the oval is more elliptic.

7. Problem. The diameter A B and the mounting C D of an oval being given, with centers E, F of the extreme arches, to describe the curve. *Fig. 19.*

Solution. Upon the mounting C D, take the portion D H = A E; join E H, and, upon the middle of that line, raise the perpendicular I G, which, by its intersection of the continuation of the mounting, will give at G the center of the middle arch, whilst the right lines G E K, G F L, determine the points of junction of the three arches.

8. Problem. The diameter A B and the mounting C D of an oval being given, with the center G of the middle arch, to find the centers of the extreme arches.

Solution. Fig. 20. Carry D G from A to H; join G H, and upon the point I, middle of that line, raise a perpendicular I E, which will give you upon the diameter, at E, the center of one of the extreme arches.

Remarks. 1.rst The solution becomes impossible when we have A E > C D in the first of these two problems, and D G > A B in the second; and, in one as in the other, the solution gives a circle, when we have A E = C D or D G = $\frac{A B}{2}$.

2.d In these two problems, the extreme arches of the curve are each less than 60 degrees.

3.d When the oval is greatly elliptic, and the mounting is less than the half of the demi-diameter, the curve given by these two solutions displays a want of uniformity at each of the points of junction of the three arches, so that this proves should be only applied to ovals very little elliptic.

9. Problem. The diameter A B and the mounting C D of an oval being given, to describe the curve by three arches of 60 degrees. *Fig. 21.*

Solution. Upon A C as base, describe the equilateral triangle A C K; then, from the point C as center, with the radius C D, describe the arch D H, terminated on the side C K; then, having carried the right line D H continued to I upon the other side A K, carry the line I E G parallel to C K, which will give at E and at G the centers of the extreme arch A I, and of the middle arch I D L.

Demonstration. The angle A C K of the equilateral triangle being 60 degrees, the angle H C D is 30 degrees, as well as I G D. Thus, 1.rst the three arches of which the oval is formed, are each 60 degrees; 2.d these three arches touch and have the same tangent at their junction, since their centers E, G, F, are two by two upon a like right line; 3.d the arch carried through the point I with the radius G I must pass thro' the point D, top of the mounting, since, because I G is parallel to H C, the triangle I G D is similar to the triangle H C D, isosceles like it, and gives I G = G D.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1.re Scholie. Dans ce cas on a toujours GD = AF = BE ; car GD = GI = IL = AF, à cause des parallèles IL, AF.

2.e Scholie. Ayant mené Hn parallèle à AC, et Hm perpendiculaire à AK, le triangle HKn sera équilatéral, et Hm divisera en deux parties égales, et le côté Kn, et l'angle KHn, dont chaque partie sera conséquemment de 30 degrés. Mais l'angle KHI, opposé par le sommet à l'angle CHD du triangle CDH, est, comme celui-ci, de $\frac{180°-30°}{2}=75°$. Et si de KHI = 75° on ôte KHm = 30°, il reste mHI = 45°, et qui sera par conséquent égal à mIH, en sorte que mI = mH.

Faisant donc Km = mn = 1, ce qui donne Kn = KH = nH = 2, le triangle rectangle KmH donnera $\overline{mH}^2 = \overline{KH}^2 - \overline{Km}^2 = 4-1 = 3$; et mH = mI = $\sqrt{3}$: d'où il suit que IK étant = Im + mK = $\sqrt{3}+1$; et que nI étant = mI − mn = $\sqrt{3}-1$. Donc, en général, $2:\sqrt{3}-1::KH:nI = \frac{KH}{2}\times(\sqrt{3}-1) = \frac{CA-CD}{2}\times(\sqrt{3}-1)$.

Ainsi, en menant par le point n la ligne nP parallèle à KC ; PC, qui sera = nH = nK = KH, sera CA − CD ; et PE, qui sera = nI, devra être $= \frac{CA-CD}{2}\times(\sqrt{3}-1)$.

2.e Solution. Fig. 22. Ayant porté la montée CD sur le diamètre de A en P, sur CP comme diamètre, décrivez le demi-cercle CTP, et, sur le milieu S du rayon, élevez la perpendiculaire ST : joignez ensuite TP, dont vous porterez la longueur de R en E, et ce point E sera le centre de l'arc extrême, au moyen duquel vous aurez le centre G de l'arc moyen, en formant sur AE un triangle équilatéral dont vous prolongerez le côté IE jusqu'à la montée, prolongée elle-même.

Démonstration. Puisque CP a été faite = CA−CD, $CR = PR = \frac{CA-CD}{2}$, et $SC = \frac{CA-CD}{4}$. Or le triangle rectangle PTC donne

1.° $TS = \sqrt{PS\times SC} = \sqrt{\frac{3}{4}(CA-CD)\times\frac{1}{4}(CA-CD)} = \sqrt{\frac{3}{16}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{4}\times\sqrt{3}$.

2.° $TC = \sqrt{\overline{TS}^2+\overline{SC}^2} = \sqrt{\frac{3}{16}(CA-CD)^2+\frac{1}{16}(CA-CD)^2} = \sqrt{\frac{4}{16}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{2}$.

3.° $PT = \sqrt{\overline{PC}^2-\overline{CT}^2} = \sqrt{(CA-CD)^2-\left(\frac{CA-CD}{2}\right)^2} = \sqrt{(CA-CD)^2-\frac{(CA-CD)^2}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{2}\times\sqrt{3}$.

Donc PE, qui est $PT-PR = \frac{CA-CD}{2}\times\sqrt{3} - \frac{CA-CD}{2} = \frac{CA-CD}{2}\times(\sqrt{3}-1)$; quantité assignée par le 2.e scholie de la 1.re solution, pour déterminer le centre de l'arc extrême.

3.e Solution. Fig. 23. Portez CD de B en P, et faites $CR = 1/2\ CP$; sur PR, comme diamètre, décrivez une demi-circonférence, qui coupera CD en T ; portez RT de R en E : ce point E sera le centre de l'un des arcs extrêmes, qui procurera celui de l'arc moyen en le renvoyant en F, et formant ensuite le triangle équilatéral EFG.

Démonstration. CP étant = CA − CD,

1.° $CR = \frac{CA-CD}{2}$, et $\overline{CR}^2 = \frac{(CA-CD)^2}{4}$;

2.° $CT = \sqrt{CR\times CP} = \sqrt{(CA-CD)\times\frac{CA-CD}{2}} = \sqrt{\frac{(CA-CD)^2}{2}}$;

3.° $RT = \sqrt{\overline{CR}^2+\overline{CT}^2} = \sqrt{\frac{(CA-CD)^2}{4}+\frac{(CA-CD)^2}{2}} = \sqrt{\frac{3}{4}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{2}\times\sqrt{3}$.

1.te Anmerkung. In diesem Falle hat man jederzeit GD = AF = BE ; denn GD = GI = IL = AF, wegen der Parallellinie IL, AF.

2.te Anmerkung. Da Hn mit AC parallel, und Hm mit AK perpendicular gezogen worden ist ; so ist das Dreieck HKn gleichseitig, und Hm theilt in zwei gleiche Theile, sowohl die Seite Kn, als den Winkel KHn, daher denn ein jeder Theil von diesen letztern 30 Grade beträgt ; allein der Winkel KHI, welcher an der Höhe dem Winkel CHD des Dreiecks CDH entgegengesetzt ist, beträgt wie dieser letzte $\frac{180°-30°}{2}=75°$. Und wenn man von KHI = 75°, KHm = 30° abzieht, so bleibt mHI = 45°, welches folglich mIH gleich ist ; so dass mI = mH.

Macht man also Km = mn = 1, welches Kn = KH = nH = 2 giebt ; so wird das rechtwinkelige Dreieck KmH, $\overline{mH}^2 = \overline{KH}^2 - \overline{KM}^2 = 4-1 = 3$ geben ; und mH = mI = $\sqrt{3}$: woraus folgt, dass da IK ist = Im + mK = $\sqrt{3}+1$; und da ferner nI ist = mI − mn = $\sqrt{3}-1$. Also ist im allgemeinen $2:\sqrt{3}-1::KH:nI = \frac{KH}{2}\times(\sqrt{3}-1) = \frac{CA-CD}{2}\times(\sqrt{3}-1)$.

Führt man also durch den Punkt n die Linie nP parallel mit KC ; so wird PC, welches ist = nH = nK = KH, seyn CA − CD ; und PE welches ist = nI, wird seyn müssen $= \frac{CA-CD}{2}\times(\sqrt{3}-1)$.

2.te Auflösung. Fig. 22. Hat man auf dem Durchmesser die Höhe CD von A nach P geführt, so beschreibe man auf CP als Durchmesser, den Halbzirkel CTP ; und richte auf der Mitte S des Radii, die Perpendicularlinie ST auf : man vereinige hierauf TP, dessen Länge man von R nach E führt ; worauf dieser Punkt E der Mittelpunkt des äussersten Bogens seyn wird, vermittelst welchem man den Mittelpunkt G dadurch erhält, dass man auf der Linie AE ein gleichseitiges Dreieck bildet, dessen Seite IE man bis zur Höhe D verlängert.

Beweis. Da CP gemacht worden ist = CA − CD ; so ist $CR = PR = \frac{CA-CD}{2}$ und $SC = \frac{CA-CD}{4}$. Nun giebt aber das rechtwinkelige Dreieck PTC :

1.° $TS = \sqrt{PS\times SC} = \sqrt{\frac{3}{4}(CA-CD)\times\frac{1}{4}(CA-CD)} = \sqrt{\frac{3}{16}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{4}\times\sqrt{3}$.

2.° $TC = \sqrt{\overline{TS}^2+\overline{SC}^2} = \sqrt{\frac{3}{16}(CA-CD)^2+\frac{1}{16}(CA-CD)^2} = \sqrt{\frac{4}{16}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{2}$.

3.° $PT = \sqrt{\overline{PC}^2-\overline{CT}^2} = \sqrt{(CA-CD)^2-\left(\frac{CA-CD}{2}\right)^2} = \sqrt{(CA-CD)^2-\frac{(CA-CD)^2}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{2}\times\sqrt{3}$.

Also PE, welches ist $PT-PR = \frac{CA-CD}{2}\times\sqrt{3} - \frac{CA-CD}{2} = \frac{CA-CD}{2}\times(\sqrt{3}-1)$; welches die in Anmerkung 2, Auflösung 1, angegebene Grösse beträgt, und den Mittelpunkt des äussersten Bogens bestimmt.

3.te Auflösung. Fig. 23. Man führe CD von B in P, und mache $CR = 1/2\ CP$: auf der als Durchmesser angenommenen Linie PR, beschreibe man einen halben Zirkelbogen, welcher CD bei T durchschneiden wird ; man führe RT von R nach E ; worauf dieser Punkt E den Mittelpunkt eines der äussersten Bogen bilden, und zugleich den des mittleren Bogens dadurch bestimmen wird, dass man ihn nach F zurückführt, und sodann das gleichseitige Dreieck EFG bildet.

Beweis. Da CP ist = CA − CD, so ist,

1.° $CR = \frac{CA-CD}{2}$, und $\overline{CR}^2 = \frac{(CA-CD)^2}{4}$;

2.° $CT = \sqrt{CR\times CP} = \sqrt{(CA-CD)\times\frac{CA-CD}{2}} = \sqrt{\frac{(CA-CD)^2}{2}}$;

3.° $RT = \sqrt{\overline{CR}^2+\overline{CT}^2} = \sqrt{\frac{(CA-CD)^2}{4}+\frac{(CA-CD)^2}{2}} = \sqrt{\frac{3}{4}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{2}\times\sqrt{3}$.

Scholion 1.rst In this case we have always GD = AF = BE ; for GD = GI = IL = AF, because of the parallels IL, AF.

Scholion 2.d Having made Hn parallel to AC, and Hm perpendicular to AK, the triangle HKn will be equilateral, and Hm will divide into two equal parts, and the side Kn, and the angle KHn, of which each part will be consequently 30 degrees. But the angle KHI, opposed at the top to the angle CHD of the triangle CDH, is, like the latter, $\frac{180°-30°}{2}=75°$. And if from KHI = 75° we take KHm = 30°, there remains mHI = 45°, and which consequently will be equal to mIH, so that mI = mH.

Making then Km = mn = 1, which gives Kn = KH = nH = 2, the rectangular triangle KmH will give $\overline{mH}^2 = \overline{KH}^2 - \overline{Km}^2 = 4-1 = 3$, and mH = mI = $\sqrt{3}$: whence it follows that IK being = Im + mK = $\sqrt{3}+1$, and that nI, being = mI − mn = $\sqrt{3}-1$. Then, in general, $2:\sqrt{3}-1::KH:nI = \frac{KH}{2}\times(\sqrt{3}-1) = \frac{CA-CD}{2}\times(\sqrt{3}-1)$.

Thus, in carrying thro' the point n the line nP parallel to KC ; PC, which will be = nH = nK = KH, will be = CA − CD ; and PE, which will be = nI, should be $= \frac{CA-CD}{2}\times(\sqrt{3}-1)$.

2.d Solution. Fig. 22. Having carried the mounting CD upon the diameter from A at P, upon CP as diameter, describe the half circle CTP, and, upon the middle S of the radius, raise the perpendicular ST : join then TP, which you will carry thro' R to E, and the point E will be the center of the extreme arch, by means of which you will have the center G of the middle arch, in forming over AE an equilateral triangle, of which you will prolong the side IE to the mounting, which is itself continued.

Demonstration. Since CP has been made = CA − CD, $CR = PR = \frac{CA-CD}{2}$, and $SC = \frac{CA-CD}{4}$. Now the rectangular triangle PTC gives

1.rst $TS = \sqrt{PS\times SC} = \sqrt{\frac{3}{4}(CA-CD)\times\frac{1}{4}(CA-CD)} = \sqrt{\frac{3}{16}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{4}\times\sqrt{3}$.

2.d $TC = \sqrt{\overline{TS}^2+\overline{SC}^2} = \sqrt{\frac{3}{16}(CA-CD)^2+\frac{1}{16}(CA-CD)^2} = \sqrt{\frac{4}{16}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{2}$.

3.d $PT = \sqrt{\overline{PC}^2-\overline{CT}^2} = \sqrt{(CA-CD)^2-\left(\frac{CA-CD}{2}\right)^2} = \sqrt{(CA-CD)^2-\frac{(CA-CD)^2}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{2}\times\sqrt{3}$.

Then PE, which is $PT-PR = \frac{CA-CD}{2}\times\sqrt{3} - \frac{CA-CD}{2} = \frac{CA-CD}{2}\times(\sqrt{3}-1)$; the quantity assigned by the 2.d scholion of the 1.rst solution to determine the center of the extreme arch.

3.d Solution. Fig. 23. Carry CD from B to P, and make $CR = 1/2\ CP$; upon PR as diameter describe a half circle, which shall cut CD at T ; carry RT from R to E : the point E will be the center of one of the extreme arches, which will obtain that of the middle arch in referring it to F, and then forming the equilateral triangle EFG.

Demonstration. CP being = CA − CD,

1.rst $CR = \frac{CA-CD}{2}$, and $\overline{CR}^2 = \frac{(CA-CD)^2}{4}$;

2.d $CT = \sqrt{CR\times CP} = \sqrt{(CA-CD)\times\frac{CA-CD}{2}} = \sqrt{\frac{(CA-CD)^2}{2}}$;

3.d $RT = \sqrt{\overline{CR}^2+\overline{CT}^2} = \sqrt{\frac{(CA-CD)^2}{4}+\frac{(CA-CD)^2}{2}} = \sqrt{\frac{3}{4}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{2}\times\sqrt{3}$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi CE, qui est $RT + CR = \frac{CA-CD}{2} \times \sqrt{3} + \frac{CA-CD}{2} = \frac{CA-CD}{2} \times (\sqrt{3}+1)$, quantité assignée aussi pour déterminer le centre de l'arc extrême, au 2.e scholie de la 1.re solution, sous la dénomination Im + mK ou IK, qui est égal à CE.

4.e Solution. Fig. 24. Portez CD de A en P; sur le milieu de CP, élevez la perpendiculaire RT, que vous ferez $= \frac{CP}{2}$; enfin, du point T, comme centre, et d'un rayon $= CP$, coupez AC en E : ce sera le centre de l'un des arcs extrêmes, que vous renverrez en F, pour avoir celui de l'autre; ce qui donnera le centre de l'arc moyen par le triangle équilatéral EFG.

Démonstration. TE étant $= CP = CA - CD$, $PR = TR = \frac{CA-CD}{2}$. Le triangle rectangle ERT donne $RE = \sqrt{TE^2 - TR^2} = \sqrt{(CA-CD)^2 - \left(\frac{CA-CD}{2}\right)^2} = \sqrt{(CA-CD)^2 - \frac{(CA-CD)^2}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{2} \times \sqrt{3}$.

Ainsi PE, qui est $RE - PR = \frac{CA-CD}{2} \times \sqrt{3} - \frac{CA-CD}{2} = \frac{CA-CD}{2} \times (\sqrt{3}-1)$, quantité caractéristique du centre de l'arc extrême. *(1.re Sol., Schol. 2.e)*

5.e Solution. Fig. 21, 22, 23 et 24. La racine carrée de 3 étant 1,7320508, si l'on y ajoute 1, on aura 2,7320508 qui sera $= \sqrt{3}+1$. Prenez donc la moitié de la différence entre le demi-diamètre et la montée, et multipliez ce nombre par 2,7320508, vous aurez CE; et pour avoir CG, il suffit de multiplier le premier résultat CE par 1,7320508. La démonstration est la même que pour la 3.e solution.

Remarque. Nous avons rassemblé, développé et démontré toutes ces solutions du problème le plus usité sur les anses de panier, parce que bien des auteurs et plus encore de praticiens en présentent de mauvaises; ou, s'ils en donnent de bonnes, ils les regardent comme exclusives, en méprisant toutes les autres.

10. Problème. Étant donné, *Fig. 25*, le diamètre AB et la montée CD d'une anse de panier, avec les centres E, F des arcs extrêmes, que l'on veut de 60 degrés chacun, de manière que la différence BE du diamètre de l'anse au rayon de l'arc extrême soit égale à DG, distance du sommet de la montée à l'intersection des prolongemens des rayons des arcs extrêmes, décrire cette courbe à cinq centres.

Solution. Prolongez les rayons HE, IF, qui formeront le triangle équilatéral EFG; portez HE de E vers G en K, qui sera le centre du second arc : portez ensuite KG en GO, et vous aurez en O le centre de l'arc moyen, dont vous fixerez les limites en menant OKL d'un côté de la montée, et OMN de l'autre.

Démonstration. L'angle HGD, complément de CEG, qui est opposé à HEA, est de 30 degrés; d'où il suit que EGF est de 60 degrés, que $FE = GE$, et que $FA = GH = GD$. D'un autre côté, l'angle HGD, de 30 degrés, étant extérieur au triangle KGO, qui est isocèle, puisque $GO = GK$, équivaut à la somme des deux angles égaux GKO, GOK, qui sont ainsi chacun de 15 degrés. Mais LD est la mesure de l'angle GOK, et HL celle de l'angle HKL, opposé et égal à GKO. Ainsi les deux arcs HL et LD, décrits l'un du centre K avec

Also CE, welches ist $RT + CR = \frac{CA-CD}{2} \times \sqrt{3} + \frac{CA-CD}{2} = \frac{CA-CD}{2} \times (\sqrt{3}+1)$, welche Grösse ebenfalls in der zur ersten Auflösung gehörigen zweiten Anmerkung angegeben ist, und den Mittelpunkt des äussersten Bogens unter der Benennung Im + mK oder IK, welches gleich ist CE, bestimmt.

4.te Auflösung. Fig. 24. Man trage CD aus A in P; richte sodann auf der Mitte von CP die Perpendicularlinie RT auf, und mache sie $= \frac{CP}{2}$; wenn man hierauf aus den zum Mittelpunkt angenommenen Punkte T, und aus einem Radius $= CP$, die Linie AC bei E durchschneidet, so erhält man daselbst den Mittelpunkt des ersten äusseren Bogens; setzt man diesen zurück nach F, so erhält man nicht allein den andern, sondern es ergiebt sich zugleich daraus der Mittelpunkt für den mittleren Bogen, durch das gleichseitige Dreieck EFG.

Beweis. Da TE ist $= CP = CA - CD$, so ist $PR = TR = \frac{CA-CD}{2}$. Das rechtwinkelige Dreieck ERT giebt $RE = \sqrt{TE^2 - TR^2} = \sqrt{(CA-CD)^2 - \left(\frac{CA-CD}{2}\right)^2} = \sqrt{(CA-CD)^2 - \frac{(CA-CD)^2}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{2} \times \sqrt{3}$.

Also PE, welches ist $RE - PR = \frac{CA-CD}{2} \times \sqrt{3} - \frac{CA-CD}{2} = \frac{CA-CD}{2} \times (\sqrt{3}-1)$, welches nach *Anm. 2, Aufl. 1*, die Grösse für den Mittelpunkt des äussersten Bogens beträgt.

5.te Auflösung. Fig. 21, 22, 23 und 24. Die Quadratwurzel von 3 macht 1,7320508; fügt man noch 1 hinzu, so erhält man 2,7320508, welches gleich ist $\sqrt{3}+1$. Diesem zufolge nehme man die Hälfte des Unterschiedes zwischen dem halben Durchmesser und der Höhe, und multipliciere diese Zahl mit 2,7320508, worauf man CE erhält; um nun CG zu bekommen, so braucht man blos das erste Resultat CE mit 1,7320508 zu multipliciren. Der Beweis ist der nämliche, wie in der dritten Auflösung.

Anmerkung. Da das über die halben Ovale aufgestellte Problem am häufigsten vorkommt, so haben wir die dasselbe betreffenden Auflösungen um deswillen genau auseinandergesetzt und erörtert, weil viele Schriftsteller und noch mehr Baumeister nicht selten ganz schlechte aufstellen, oder wenn sie ja gute geben, dieselben als einzig in ihrer Art anpreisen, und dabei allen andern jeden Werth absprechen.

10. Problem. In *Fig. 25* ist der Durchmesser AB nebst der Höhe CD eines halben Ovals, so wie die Mittelpunkte E, F, für die äussersten Bogen, welche zu 60 Graden angenommen worden, gegeben, so dass beim Radius des äussersten Bogens, der Unterschied BE, im Durchmesser des halben Ovals, gleich ist DG, welches den Abstand der Höhe im Durchschneidungspunkte der verlängerten, zu den äussersten Bogen gehörigen Radii ausmacht. Wie wird nun dieser mit fünf Mittelpunkten versehene Bogen beschrieben?

Auflösung. Man verlängere die Radii HE, IF, welche das gleichseitige Dreieck EFG bilden werden; und führe sodann HE aus E gegen G, nach K, welches der Mittelpunkt des zweiten Bogens seyn wird : trägt man hierauf KG in GO, so erhält man in O den Mittelpunkt für den mittleren Bogen, dessen Endpunkt man dadurch bestimmt, dass man OKL nach der einen Seite der Höhe, und OMN nach der andern führt.

Beweis. Der Winkel HGD welcher den Ergänzungsbogen von CEG, welches HEA entgegengesetzt ist, ausmacht, beträgt 30 Grade; daraus folgt, dass EGF aus 60° besteht, dass ferner $FE = GE$, und dass $FA = GH = GD$. Auf der andern Seite ist der aus 30 Graden bestehende Winkel HGD, der äussere Winkel an dem Dreieck KGO, welches letztere gleichseitig ist, indem GO gleich ist GK; er hat also den Werth der beiden gleichen Winkel GKO, GOK, von denen sonach ein jeder 15 Grade beträgt, LD aber ist das Maas zum

Thus CE, which is $RT + CR = \frac{CA-CD}{2} \times \sqrt{3} + \frac{CA-CD}{2} = \frac{CA-CD}{2} \times (\sqrt{3}+1)$, the quantity assigned also to determine the center of the extreme arch, in the 2.d scholion of the 1.rst solution, under the denomination Im + mK or IK, which is equal to CE.

4.th Solution. Fig. 24. Carry CD from A to P; upon the middle of CP, raise the perpendicular RT, which you will make $= \frac{CP}{2}$; then, from the point T, as center, and with a radius $= CP$, cut AC at E : this will be the center of one of the extreme arches, which you will remove to F, to have that of the other; which will give the center of the middle arch by the equilateral triangle EFG.

Demonstration. TE being $= CP = CA - CD$, $PR = TR = \frac{CA-CD}{2}$. The rectangular triangle ERT gives $RE = \sqrt{TE^2 - TR^2} = \sqrt{(CA-CD)^2 - \left(\frac{CA-CD}{2}\right)^2} = \sqrt{(CA-CD)^2 - \frac{(CA-CD)^2}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4}(CA-CD)^2} = \frac{CA-CD}{2} \times \sqrt{3}$.

Thus PE, which is $RE - PR = \frac{CA-CD}{2} \times \sqrt{3} - \frac{CA-CD}{2} = \frac{CA-CD}{2} \times (\sqrt{3}-1)$, the quantity characteristic of the center of the extreme arch. *(1.rst Sol., Schol. 2.d)*

5.th Solution. Fig. 21, 22, 23 and 24. The square root of 3 being 1,7320508, if we add to it 1, we shall have 2,7320508, which shall be $= \sqrt{3}+1$. Take then the half of the difference between the demi-diameter and the mounting, and multiply this number by 2,7320508, you shall have CE; and to have CG, it suffices to multiply the first result CE by 1,7320508. The demonstration is the same as for the 3.d solution.

Remark. We have joined, developped and demonstrated all these solutions of the problem most in use upon the oval form, because a great many authors, and a greater number of practicians, have presented very bad ones; or, if they have given good ones, they have regarded them as exclusive, and have despised all others.

10. Problem. Being given, *Fig. 25*, the diameter AB and the mounting CD of an oval, with the centers E, F of the extreme arches, which are supposed to be 60 degrees each, so that the difference BE of the diameter of the oval with the radius of the extreme arch be equal to DG, the distance of the top of the mounting from the intersection of the continuations of the radii of the extreme arches, to describe a curve with five centers.

Solution. Continue the radii HE, IF, which will form the equilateral triangle EFG; carry HE from E towards G to K, which will be the center of the second arch : then carry KG to GO, and you will have at O the center of the middle arch, the limits of which you will fix by drawing OKL on one side of the mounting, and OMN on the other.

Demonstration. The angle HGD, completion of CEG, which is opposed to HEA, is 30 degrees; whence it follows that EGF is 60 degrees, that $FE = GE$, and that $FA = GH = GD$. On another view, the angle HGD, of 30 degrees, being outside the triangle KGO, which is isosceles, since $GO = GK$, is equivalent to the sum of the two equal angles GKO, GOK, which are thus each 15 degrees. But LD is the measure of the angle GOK, and HL that of the angle HKL, opposed and equal to GKO. Thus the two arches HL and LD, described, the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

KH pour rayon, l'autre du centre O et du rayon O L, sont chacun de 15 degrés; et le second arc passera nécessairement par le point D.

De l'Ellipse.

11. L'ellipse est un ovale bien plus parfait que l'anse de panier, en ce que le changement de courbure y a lieu progressivement et d'une manière insensible, au lieu de se faire par sauts, comme dans la dernière. On devrait toujours la préférer à l'anse de panier pour les voûtes et autres ouvrages de ce genre, parce que, tout en formant un coup-d'œil beaucoup plus régulier, elle donnerait à la construction une solidité incomparablement plus grande. Voici d'abord la nomenclature des lignes et des points qu'il faut connaître pour parler méthodiquement de cette courbe. *Fig. 26, 27* et surtout *28*.

12. A B est le grand axe de l'ellipse; c'est un abus chez quelques praticiens de l'appeler diamètre;

D E, le petit axe, improprement nommé quelquefois *montée;*
C, le centre;
F G, les deux foyers;
I L, ordonnée du grand axe, ainsi que toute autre droite qui lui serait menée de la courbe parallèlement à la tangente B R de son origine;

F H, G H, rayons menés des foyers à un même point H de la courbe;

T H t, tangente à la courbe au point H;

H K, normale, perpendiculaire à la courbe et à la tangente au point H;
H h, diamètre de l'ellipse pour le point H;

O O, diamètre conjugué pour le même point H, c'est-à-dire, parallèle à la tangente en H;
M M, m m, ordonnées au diamètre H h, aussi parallèles à la tangente en H.

13. L'ellipse est une espèce de cercle à deux centres, jouissant de deux propriétés remarquables, et conséquentes l'une à l'autre, savoir: 1.° que la somme des deux rayons F H + G H, menés des foyers à un même point quelconque H de la courbe, est une quantité constante et invariable; 2.° que les ordonnées au grand axe sont égales à celles du cercle inscrit, et les ordonnées au petit axe égales à celles du cercle circonscrit, et en général les ordonnées à l'un des axes sont à celles du cercle qui aurait cet axe pour diamètre, comme l'autre axe est à celui-là.

C'est de ces deux propriétés que découlent toutes les autres, et particulièrement les procédés graphiques pour tracer la courbe, ses tangentes, ses normales, &c.

14. Problème. Une ellipse A D B E, *Fig. 28*, étant donnée, en trouver tous les élémens.

Solution. 1.° Menez dans l'ellipse deux cordes quelconques, M M, m m, parallèles entre elles, et divisez-les chacune en deux parties égales: par leurs points du milieu, N, n, tracez une droite H h; elle sera un diamètre de l'ellipse proposée, en sorte qu'en la divisant elle-même en deux parties égales, son milieu C en sera le centre.

2.° Par le centre C menez une ligne O o parallèle à M M; elle sera le diamètre conjugué au premier diamètre H h, parallèle à la tangente T t à l'origine de ce premier diamètre.

Winkel G O K, und H L das Maas zum Winkel H K L, welcher G K O entgegengesetzt und gleich ist. Die beiden Bogen H L und L D, wovon der eine aus dem Mittelpunkt K gezogen ist, und K H zum Radius hat; der andere aber aus dem Mittelpunkte O, und aus dem Radius O L beschrieben ist, enthalten diesem zufolge ein jeder 15 Grade; und daher auch der zweite Bogen nothwendig durch den Punkt D gehen wird.

Von den Ellipsen.

11. Die Ellipse ist ein vollkommeneres Oval als das vorhergehende, indem die Veränderung der Krümmung nicht abgesetzt und einzeln, wie bei dem vorigen, sondern auf eine unmerkliche und ununterbrochene Weise Statt hat. Sie sollte daher auch bei Gewölben und andern Werken dieser Art dem vorigen um so mehr vorgezogen werden, da sie sich nicht allein dem Auge unter einer schönern und regelmässigern Gestalt darstellt, sondern zugleich auch eine unbedingt grössere Festigkeit gewährt. Wir wollen hier zuvörderst die verschiedenen Linien und Punkte kennen lernen, welche man wissen muss, wenn man von diesen Bogen methodisch sprechen will. Man sehe die *Fig. 26, 27* und vorzüglich *28*.

12. A B ist die grosse Axe der Ellipse, welche man in der Praxis oft ganz unrichtig den Durchmesser nennt;

D E ist die kleine Axe, welche man bisweilen sehr uneigentlich die Höhe zu nennen pflegt;
C ist der Mittelpunkt;
F G sind die beiden Brennpunkte;
I L sind die Ordinaten in der grossen Axe, worunter auch jede gerade Linie begriffen ist, welche von dem Bogen mit dem am Anfange stehenden Tangent B R, parallel dahin geführt würde;

F H, G H sind Radii welche aus den Brennpunkten nach einem und demselben Punkte H geführt worden sind;

T H t ist ein Tangent, welcher den Bogen, bei dem Punkte H berührt;

H K ist eine Normallinie, welche mit dem Bogen und dem Tangent im Punkte H perpendicular ist;

H h ist der Durchmesser der Ellipse für den Punkt H;

O O ist der Nebendiameter für denselben Punkt H, und zwar ist er parallel mit dem Tangent in H;

M M, m m sind Ordinaten für den Durchmesser H h, welche mit dem Tangent in H ebenfalls parallel sind.

13. Die Ellipse, welche eine Art von Zirkel mit zwei Mittelpunkten ist, zeichnet sich durch folgende zwei besondere Eigenschaften aus; nämlich: 1.° die Summe der beiden Radii F H + G H, welche aus den Brennpunkten eines beliebigen Punktes H, des Bogens gezogen worden sind, ist eine bestimmte und unveränderliche Grösse; 2.° die Ordinaten an der grossen Axe sind gleich den Ordinaten des eingeschriebenen Zirkels, und die an der kleinen Axe sind gleich den Ordinaten des umschriebenen Zirkels: überhaupt stehen die Ordinaten an einer der Axen gegen die des Zirkels, welcher diese Axe zum Durchmesser haben würde, in demselben Verhältnisse wie die zweite Axe im Verhältniss zu jener steht. Aus diesen beiden Eigenheiten fliessen alle übrige, und namentlich die Art und Weise nach welcher die Ellipsen nebst ihren Tangenten, Normallinien, u. s. w., gezeichnet werden müssen.

14. Problem. Von der in *Fig. 28* aufgegebenen Ellipse A D B E die sämtlichen dazu gehörigen Bestandtheile zu finden.

Auflösung. 1.° Man ziehe in der Ellipse zwei beliebige Sehnen M M, m m, mit einander parallel, und theile jede in zwei gleiche Theile; hierauf ziehe man durch ihren Mittelpunkt N, n, eine gerade Linie H h, welche ein Durchmesser für die gegebene Ellipse seyn wird; theilt man nun diese letztere in zwei gleiche Theile, so wird die Mitte C den Mittelpunkt dieser Ellipse ausmachen.

2.° Durch den Mittelpunkt C, ziehe man eine Linie O o parallel mit M M, sie wird der Nebendiameter von dem ersten Durchmesser H h seyn, und mit dem Tangent T t, welcher sich am Anone from the center K with K H for radius, the other from the center O and the radius O L, are each of 15 degrees; and the second arch will necessarily pass thro' the point D.

The Ellipsis.

11. The ellipsis is an oval much more perfect than the preceding, in as much as the crookedness diminishes progressively and in a manner scarcely perceptible. It is an oval which ought always to obtain the preference over that which we have just described whether for vault or other works of that nature, because, whilst forming a more regular *coup-d'œil*, it also gives a much greater solidity to the work. We shall first give the designation of the lines and of the points which it is necessary to know, before we proceed to the description of this oval. *Fig. 26, 27* and particularly *28*.

12. A B is the great axis of the ellipsis; some practicians give it the wrong name of diameter;

D E, the small axis, also falsely tittled *the mounting;*
C, the center;
F G, the two focus;
I L, ordinate of the great axis, as well as every other right line which falls to it from the curve parallel to the tangent B R of its origin;

F H, G H, rays diverging from the focus to the same point H of the curve;

T H t, tangent to the curve at the point H;

H K, normal, perpendicular to the curve and to the tangent at the point H;
H h, diameter of the ellipsis for the point H;

O O, diameter conjugal for the said point H, viz, parallel to the tangent at H;
M M, m m, ordinates of the diameter H h, also parallel to the tangent at H.

13. The ellipsis is a species of circle with two centers, possessing two remarkable properties, the one deducted from the other, viz: 1.^{rst} that the sum of the two rays F H + G H, directed from the focus to any same point whatever H of the curve, is a constant and invariable quantity; 2.nd that the ordinates of the great axis are equal to those of the inscribed circle, and the ordinates of the small axis to those of the circumscribed circle, and in general the ordinates of one of the axis are to those of the circle which should have this axis for diameter, as the other axis is to the former.

From these two properties arise all others, and particularly the graphic process for tracing the curve, its tangents, its normals, &c.

14. Problem. An ellipsis A D B E, *Fig. 28*, being given, to find all the principles of it.

Solution. 1.^{rst} Draw into the ellipsis any two parallel chords M M, m m, and divide each of them into two equal parts: from their center points N, n, trace a right line H h; it will form a diameter of the proposed ellipsis, so that in dividing it into two equal parts, its middle C will be the center of it.

2.nd Thro' the center C carry a line O o parallel to M M; it will be the diameter conjointed to the first diameter H h, parallel to the tangent T t, at the rise of the first diameter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3.° Du point C comme centre, et d'un rayon quelconque, plus grand que CD, mais plus petit que AC, décrivez un arc de cercle qui coupe l'ellipse en deux points, P, p; puis de chacun de ces points comme centre, et d'un rayon arbitraire, faites deux arcs qui se coupent comme en Q : la ligne AB, menée par Q et par C, sera le grand axe de l'ellipse donnée; et en lui menant une perpendiculaire par le centre C, vous aurez le petit axe DE.

4.° Du point D ou du point E comme centre, et du rayon AC, coupez AB en F et en G : vous aurez les deux foyers de l'ellipse proposée. Il est visible que, pour trouver ainsi les foyers, il suffit d'avoir les deux axes de l'ellipse.

15. Problème. Étant donnés les deux foyers d'une ellipse avec l'un des deux axes, ou seulement leur rapport, trouver l'autre axe, ou même les deux axes.

Solution. Fig. 28. 1.° Si c'est le grand axe AB qui est donné, portez sa moitié CA, de l'un des foyers F ou G, en D et en E, par un arc de cercle qui coupe la perpendiculaire élevée sur le milieu C de AB : vous aurez ainsi le petit axe DE.

2.° Si c'était le petit axe qui fût donné, en portant DF de C en A et en B, on aurait le grand axe AB.

3.° Si vous connaissez seulement le rapport des deux axes, après avoir tracé deux droites indéfinies qui se coupent à angle droit en C, portez de C en a le plus grand des deux termes qui expriment ce rapport, et le plus petit de C en d; puis avec le rayon Ca, et du point d comme centre, déterminez le foyer f de l'ellipse qui aurait Ca et Cd pour demi-axes, et joignez fd; menez ensuite par le foyer donné F une droite FD, parallèle à fd; elle déterminera l'extrémité D du petit axe DE; et enfin, portant FD de part et d'autre de C en A et en B, le grand axe se trouvera aussi déterminé.

16. Problème. En un point H, *Fig. 28*, donné à la circonférence d'une ellipse, tracer une tangente à cette courbe.

Solution. Prolongez l'un des rayons GH du point donné d'une quantité H*f* égale à l'autre rayon FH du même point; divisez ensuite en deux parties égales, ou l'angle FH*f*, ou la ligne F*f*: la droite THt, qui opérera cette division, sera la tangente demandée. En effet, la ligne HT étant perpendiculaire sur le milieu de F*f*, tous ses points, tels que *h*, *h*, sont à égale distance de F et de *f*; si donc des deux foyers on menait des droites à un autre point que H de la ligne Tt, leur somme G*h*+F*h* serait toujours égale à G*h*+*hf*. Mais la ligne brisée G*hf* est nécessairement plus longue que la droite GH*f*: donc tout point de Tt, autre que H, est hors de l'ellipse, dont tous les points ont pour propriété que la somme des deux rayons est une quantité constante AB=GH+FH=GH*f*.

Corollaire. La tangente tT divisant en deux parties égales l'angle FH*f*, l'angle FHT=TH*f*: mais celui-ci est égal à GHt, son opposé au sommet; donc GHt=FHT. Ainsi la tangente Tt, en un point quelconque H d'une ellipse, fait des angles égaux avec les deux rayons GH, FH, menés des deux foyers à ce point.

fange dieses ersten Durchmessers befindet, parallel laufen.

3.° Aus dem Mittelpunkte C, und aus einem beliebigen Radius, welcher aber grösser als CD, und kleiner als AC seyn muss, beschreibe man einen Zirkelbogen, welcher die Ellipse in den beiden Punkten P, p durchschneidet; sodann ziehe man aus jedem von diesen Punkten als Mittelpunkt, und aus einem beliebigen Radius, zwei Bogen, welche sich bei Q durchschneiden : die Linie AB, welche durch Q und C gezogen ist, wird die grosse Axe der gegebenen Ellipse seyn; zieht man auf diese Axe eine Perpendicularlinie durch den Mittelpunkt C, so erhält man die kleine Axe DE.

4.° Aus D oder aus E, als Mittelpunkt, durchschneide man mit dem Radius AC, AB bei F und bei G; daraus erhält man die beiden Brennpunkte der gegebenen Ellipse. Man sieht daher leicht ein, dass man bloss die zwei Axen der Ellipse zu haben braucht, wenn die Brennpunkte auf die gegebene Weise gefunden werden sollen.

15. Problem. Es werden gegeben die zwei Brennpunkte einer Ellipse nebst einer von den beiden Axen, oder bloss ihr Verhältniss, wie findet man die andere Axe, oder selbst alle beide?

Auflösung. Fig. 28. 1.° Ist die grosse Axe AB gegeben worden, so führe man deren Hälfte CA, aus einem der Brennpunkte F oder G, nach D und E, vermittelst eines Zirkelbogens, welcher die auf der Mitte C aus AB aufgerichtete Perpendicularlinie durchschneidet; auf diese Weise ergiebt sich die kleine Axe DE.

2.° Ist aber die kleine Axe gegeben worden, so erhält man die grosse, AB, wenn man DF von C nach A und nach B trägt.

3.° Kennt man bloss das Verhältniss der beiden Axen, so erhält man die grosse auf folgende Weise: Man ziehe zwei unbestimmte gerade Linien, welche sich bei C rechtwinkelig durchschneiden; führe die grösste von den zwei Grössen, welche dieses Verhältniss ausdrücken, von C nach a, und die kleinste von C nach d; bestimme sodann mit dem Radius Ca und aus dem Punkte d, als Mittelpunkt, den Brennpunkt f der Ellipse, welche sonach Ca und Cd zu halben Axen haben würde, und vereinige fd; sodann ziehe man durch den gegebenen Brennpunkt F, eine gerade Linie FD, parallel mit fd, wodurch man das Ende D der kleinen Axe erhält : führt man endlich von beiden Seiten, FD von C nach A und nach B, so ergiebt sich daraus ebenfalls auch die grosse Axe.

16. Problem. *Fig. 28.* In einem an dem Umkreise einer Ellipse gegebenen Punkte H, eine die Ellipse berührende Linie zu zeichnen?

Auflösung. Man verlängere den einen von den zu dem gegebenen Punkte gehörigen Radiis GH, und gebe ihm die Grösse H*f*, welche dem andern Radius FH, gleich ist; ma theile hierauf den Winkel FH*f*, oder die Linie F*f*, in zwei gleiche Theile; worauf sodann die gerade Linie THt, vermittelst welcher diese Theilung geschieht, der gegebene Tangent seyn wird. Da nun die Linie HT auf der Mitte von F*f* perpendicular steht, so sind auch alle ihre Punkte, wie z. B. *h*, *h*, in gleichem Abstande von F und von *f*; wenn man also aus den beiden Brennpunkten gerade Linien nach einem andern als dem auf der Linie Tt befindlichen Punkte H führt, so würde ihre Summe G*h*+F*h*, jederzeit gleich seyn G*h*+*hf*. Allein die gebrochene Linie G*hf* ist nothwendigerweise länger als die gerade Linie GH*f*: demnach befindet sich jeder Punkt von Tt, welcher nicht H ist, ausserhalb der Ellipse, deren sämmtliche Punkte das eigenthümliche haben, dass die Summe der beiden Radii eine unveränderliche Grösse, nämlich AB=GH+FH=GH*f* ausmacht.

Folgesatz. Da der Tangent tT den Winkel FH*f* in zwei gleiche Theile theilt, so ist der Winkel FHT=TH*f*; dieser aber ist gleich GHt, welcher ihm oben auf der Höhe entgegengesetzt ist; folglich ist GHt=FHT : diesem zufolge bildet an einem beliebigen Punkte H einer Ellipse, der Tangent Tt, gleiche Winkel mit den beiden, aus den zwei

3.rd From the point C as center, and from whatever radius, greater than CD, but smaller than AC, describe an arch of a circle which shall cut the ellipsis at two points P, p; then from each of these points as center, and with a radius at will, trace two arches which shall cut each other as in Q; the line AB, traced by Q thro' C, will be the great axis of the given ellipsis; then raising upon it a perpendicular thro' the center C, you will have the small axis DE.

4.th From the point D or E as center, and with the radius AC, cut AB at F and G : you will have the two focus of the ellipsis proposed. It is plain that, to find in this manner the focus, it suffices to have the two axes of the ellipsis.

15. Problem. The two focus of an ellipsis with one of the two axes, or only their relation, being given, to find the other axis, or even the two axis.

Solution. Fig. 28. 1.rst If it is the great axis AB which is given, carry its half CA, from one of the focus F or G, to D and E, by a circle arch which cuts the perpendicular raised upon the middle C of AB: you will thus have the small axis DE.

2.nd If it be the small axis which is given, by carrying DF from C to A and B, we shall have the great axis AB.

3.rd If you merely know the relation between the two axes, after having traced two indefinite lines crossing each other at right angles at C, carry from C to a the greatest of the two relative terms, and the smallest from C to d; then with the radius Ca, and from the point d as center, determine the focus f of the ellipsis which would have Ca and Cd for demi-axes, and join fd; draw then thro' the given focus F a right line FD parallel to fd, which will determine the extremity D of the small axis DE; and, by carrying FD on each side of C to A and B, the great axis will be determined.

16. Problem. At a given point H, *Fig. 28*, at the circumference of an ellipsis, to trace a tangent to the curve.

Solution. Continue one of the rays GH from the point given of a quantity H*f* equal to the other radius FH from the same point; then cut in two equal parts the angle FH*f* or the line F*f*: the right line THt, which will make this cut, will be the tangent required. Indeed, the line HT being perpendicular upon the middle of F*f*, all its points, such as *h*, *h*, are at equal distance from F and from *f*; if then from the two foci are drawn right lines to another point than H of the line Tt, their sum G*h*+F*h* will be equal to G*h*+*hf*. But the broken line G*hf* is necessarily longer than the right line GH*f*: then every point of Tt, except H, is out of the ellipsis, all the points of which have this property that the sum of the two rays is a constant quantity AB=GH+FH=GH*f*.

Corollary. The tangent tT dividing in two equal parts the angle FH*f*, the angle FHT=TH*f*: but the latter is equal to GHt, to which it is opposite at the top; then GHt=FHT. Thus the tangent Tt, in whatever point as H of an ellipsis, makes equal angles with the two rays GH, FH, drawn from the two focus to this point.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

17. PROBLÈME. En un point H, *Fig. 28*, donné sur la circonférence d'une ellipse, mener à cette courbe une normale ou perpendiculaire à la tangente T t, qui puisse servir de ligne de joint pour les pièces qui doivent former la circonférence.

1.er SOLUTION. Après avoir mené les deux rayons FH, GH, relatifs au point donné, divisez en deux parties égales l'angle G H F, que ces deux rayons font entre eux : la ligne HK, qui opérera cette division, sera normale à l'ellipse au point donné. En effet, puisque, par la construction, l'angle KHF est égal à l'angle K HG, et que, par le corollaire précédent, FHT est égal à GHt, il est évident que les deux angles KHT et KHt sont égaux et par conséquent droits; donc HK est perpendiculaire à la tangente, et conséquemment normale au point H de la courbe.

2.e SOLUTION. Dans le rectangle des deux demi-axes BCDR, ayant mené la diagonale CR, portez BR de B en k, sur le grand axe; menez kS parallèle à CR, et par le point S menez au centre la ligne CS: cette oblique CS coupera toutes les ordonnées à l'ellipse, ou réelles ou prolongées, de manière que la portion comprise entre l'axe et l'oblique sera égale à la sous-normale du point auquel appartient l'ordonnée. Par exemple, pour l'ordonnée IL, relative au point I, la portion Li donne la distance du point L de l'ordonnée au point où la normale du point I doit couper l'axe. Si donc on porte L i de L en q, et que l'on mène I q r, on aura la normale de la courbe pour le point I.

Démonstration. La ligne B k ayant été faite égale à BR ou CD, et Sk étant parallèle à CR, les triangles C R B, k S B, sont semblables, et donnent la proportion B C : B R : : Bk : BS, ou B C : CD : : CD : B S, ou encore, par la propriété des proportions continues, $\overline{BC}^2 : \overline{CD}^2 :: BC : BS$. Or le triangle rectangle C B S est semblable à tous ceux que forment avec l'axe BC et l'oblique C S, les diverses ordonnées qu'on peut mener à la courbe, tels que le triangle CLi : donc on aura toujours une proportion comme la suivante, CB : BS :: CL : Li, et par conséquent $\overline{BC}^2 : \overline{CD}^2 :: CL : Li$. Mais on démontre en géométrie que dans l'ellipse le carré du demi grand axe est au carré du demi petit axe comme la distance du centre au pied d'une ordonnée est à la sous-normale du point auquel appartient cette ordonnée (1) : donc les segmens d'ordonnées, tels que Li, faits par l'oblique CS, sont toujours égaux à la sous-normale du point auquel appartient cette ordonnée.

18. PROBLÈME. Décrire l'ellipse par un mouvement continu.

SOLUTION. Fig. 26. Après avoir déterminé la place des foyers F, G, par le moyen des deux axes AB, DE (n.° 14), ou la longueur des axes par le moyen des foyers (n.° 15), plantez à chaque foyer un stylet, une pointe ou un piquet, et attachez à chacun l'une des extrémités d'un fil ou cordeau

(1) Voici une démonstration fort simple de cette propriété : Soit *il* une ordonnée infiniment proche de IL, et la ligne I*u* parallèle à l'axe AB. Les triangles I*iu*, I q L, semblables, puisqu'ils ont tous leurs côtés respectifs ou parallèles ou perpendiculaires, donnent la proportion I*u* ou *l*L : *iu* : : IL : L q; donc $Lq = \frac{IL \times iu}{lL}$.

Mais la proportionnalité des ordonnées de l'ellipse avec celles des cercles correspondans, qui est $\overline{CB}^2 : \overline{CD}^2 :: AL \times LB : \overline{IL}^2$ devient, quand l'ordonnée IL devient elle-même un peu plus grande en *il*, $\overline{CB}^2 : \overline{CD}^2 :: CL \times lL : IL \times iu$; et par conséquent, $\overline{CB}^2 : \overline{CD}^2 :: CL : \frac{IL \times iu}{lL}$: d'où il suit d'après la valeur de L q trouvée ci-dessus, que $\overline{CB}^2 : \overline{CD}^2 :: CL : Lq$.

Brennpunkten nach diesem Punkte gezogenen Radiis G H, F H.

17. PROBLEM. *Fig. 28.* An einem auf dem Umkreise einer Ellipse gegebenen Punkte H, eine Normal- oder mit dem Tangent T t perpendicular laufende Linie dergestalt an diesen Bogen zu führen, dass solche den Theilen aus welchen der Umkreis zusammengesetzt werden soll, als Vereinigungslinie dienen kann.

1.te AUFLÖSUNG. Hat man die beiden zu dem gegebenen Punkte gehörenden Radii FH, GH gezogen, so theile man den Winkel GHF, welchen diese beiden Radii bilden, in zwei gleiche Theile; worauf die Linie HK, durch welche diese Theilung geschieht, die Normallinie an dem gegebenen Punkte seyn wird. Und da diesem zufolge, vermöge der Zeichnung der Figur, der Winkel KHF, gleich ist dem Winkel KHG, und da ferner in Gemässheit des vorstehenden Folgesatzes, FHT gleich ist GHT, so sind nothwendig die beiden Winkel KHT und KHt einander gleich, und folglich auch recht Winkel. Demnach ist HK mit dem Tangent perpendicular, und folglich auch an dem Punkte H auf dem Bogen normal.

2.te AUFLÖSUNG. Hat man in dem Rechteck der beiden halben Axen BCDR, die Diagonallinie CR gezogen, so trage man BR von B nach k auf der grossen Axe; ziehe kS parallel mit CR, und führe durch den Punkt S die Linie C S in den Mittelpunkt. Diese Diagonallinie C S wird sowohl die wahren als verlängerten Ordinaten in der Ellipse durchschneiden; so dass der zwischen der Axe und der Diagonallinie befindliche Theil gleich seyn wird der Unternormallinie des Punktes, zu welchem die Ordinate gehört; z. B. für die Ordinate IL, welche zum Punkt I gehört, giebt der Theil Li die Entfernung des Fusses L der Ordinate, zu dem Punkte, wo die Normallinie des Punktes I die Axe durchschneiden soll. Wenn man also Li von L nach q führt, und I q r zieht, so erhält man die Normallinie des Bogens für den Punkt I.

Beweis. Da die Linie B k gleich gemacht worden ist BR, oder CD, und da Sk mit CR parallel ist; so sind die Dreiecke CRB, kSB ähnlich, und geben das Verhältniss BC : BR : : Bk : BS, oder BC : CD : : CD : BS; oder auch wegen der Eigenschaft der beständigen Verhältnisse $\overline{BC}^2 : \overline{CD}^2 :: BC : BS$. Nun ist aber das rechtwinkelige Dreieck C B S allen denen ähnlich, welche die verschiedenen Ordinaten, welche man zu den Bogen führen kann, mit der Axe BC und mit der Diagonallinie CS bilden, wie z. B. das Dreieck CLi : man erhält folglich stets ein Verhältniss wie das folgende: CB : BS : : CL : Li; und folglich, $\overline{BC}^2 : \overline{CD}^2 :: CL : Li$. Man lehrt aber in der Geometrie, dass bei der Ellipse das Quadrat der halben grossen Axe sich zu dem Quadrat der halben kleinen Axe, so verhält, wie die Entfernung des Mittelpunktes am Fusse einer Ordinate sich verhält zur Unternormallinie des Punktes, zu welchem diese Ordinate gehört (1). Die Abschnitte der Ordinaten, wie z. B. Li, welche durch die Diagonallinie CS gemacht worden, sind daher jederzeit gleich der Unternormallinie des Punktes zu welchem diese Ordinate gehört.

18. PROBLEM. Eine Ellipse durch fortlaufende Bewegung zu beschreiben ?

AUFLÖSUNG. Fig. 26. Hat man zuvörderst den Platz der Brennpunkte F, G vermittelst der beiden Axen AB, DE (N.° 14), oder die Länge der Axen vermittelst der Brennpunkte (N.° 15) beschrieben, so befestige man an jedem Brennpunkte einen Stift, woran man das Ende eines Fadens oder einer Schnur,

(1) Wir geben hier einen sehr einfachen Beweis dieser Eigenschaft : *il* sey eine unendlich nahe Ordinate von IL, und die Linie I*u*, sey parallel mit der Axe AB. Die Dreiecke I*iu*, IqL, welche ähnlich sind, weil alle ihre respectiven Seiten entweder parallel oder perpendicular sind, geben das Verhältniss I*u* oder *l*L : *iu* : : IL : Lq; also ist $Lq = \frac{IL \times iu}{lL}$.

Allein das Verhältniss der Ordinaten der Ellipse zu denen der correspondirenden Zirkel, welches ist $\overline{CB}^2 : \overline{CD}^2 :: AL \times LB : \overline{IL}^2$, wird, wenn die Ordinate IL ihrerseits ein wenig grösser wird in *il*, $\overline{CB}^2 : \overline{CD}^2 :: CL \times lL : IL \times iu$, und folglich $\overline{CB}^2 : \overline{CD}^2 :: CL \frac{IL \times iu}{lL}$; woraus sich nach dem vorstehend gefundenen Werthe von Lq ergiebt, dass $\overline{CB}^2 : \overline{CD}^2 :: CL : Lq$.

17. PROBLEM. *Fig. 28.* At a point H given upon the circumference of an ellipsis, to draw to this curve a normal or perpendicular to the tangent T t, which shall serve as a line of junction for the pieces which are to form the circumference.

1.st SOLUTION. After having drawn the two rays FH, GH, at the given point, cut into equal parts the angle GHF made by the two rays: the line HK, making this cut, will be normal to the ellipsis at the point given. Indeed, since, by the construction, the angle KHF is equal to the angle KHG, and, by the preceding corollary, FHT is equal to G H t, it is evident that the two angles KHT and K H t are equal, and consequently right angles; then HK is perpendicular to the tangent, and consequently normal to the point H of the curve.

2.nd SOLUTION. In the rectangle of the two demi-axes B C D R, having drawn the diagonal CR, carry BR from B to k, upon the great axis; draw kS parallel to CR, and thro' the point S draw to the center the line CS: this oblique CS will cut all the ordinates of the ellipsis, either essential or continued, so that the portion comprised between the axis and the oblique will be equal to the sub-normal of the point to which belongs the ordinate. For example, for the ordinate IL, relative to the point I, the portion L i gives the distance of the foot L of the ordinate, at the point where the normal of the point I will cut the axis. If then we carry Li from L to q, and we draw I q r, we shall have the normal of the curve for the point I.

Demonstration. The line B k having been made equal to BR or CD, and Sk being parallel to CR, the triangles CRB, kSB, are alike, and give the proportion BC : BR : : Bk : BS, or BC : CD :: CD : BS; or again, by the propriety of the continued proportions, $\overline{BC}^2 : \overline{CD}^2 :: BC : BS$. Now the rectangular triangle CBS is similar to all those which form with the axis BC and the the oblique CS, the different ordinates which one can carry to the curve, such as the triangle CLi: then one will always have a proportion like the following, CB : BS :: CL : Li, and consequently $\overline{BC}^2 : \overline{CD}^2 :: CL : Li$. But it is demonstrated in geometry that in the ellipsis the square of the demi great axis is to the square of the demi small axis as the distance of the center to the foot of an ordinate is to the sub-normal of the point to which belongs this ordinate (1): then the segments of ordinates, such as Li, made by the oblique CS, are also equal to the sub-normal of the point to which this ordinate belongs.

18. PROBLEM. To describe the ellipsis by a continued motion.

SOLUTION Fig. 26. After having determined the place of the focus F, G, by means of the two axis AB, DE (n.r 14), or the length of the two axis by means of the focus (n.r 15), place at each focus a point or peg, and fasten to either, one of the ends of a thread or string the length of which is equal to

(1) Here is a very simple demonstration of this propriety: Let there be *il* an ordinate very near IL, and the line I*u* parallel to the axis AB. The triangles I*iu*, IqL, similar, since they have all their respective sides or parallels or perpendiculars, give the proportion I*u* or *l*L : *iu* : : IL : Lq; then $Lq = \frac{IL \times iu}{lL}$.

But the proportionality of the ordinates of the ellipsis with those of the corresponding circles, which is $\overline{CB}^2 : \overline{CD}^2 :: AL \times LB : \overline{IL}^2$, becomes, when the ordinate IL becomes itself a little greater in *il*, $\overline{CB}^2 : \overline{CD}^2 :: CL \times lL : IL \times iu$; and consequently $\overline{CB}^2 : \overline{CD}^2 :: CL : \frac{IL \times iu}{lL}$: whence it follows, from the value of Lq found above, that $\overline{CB}^2 : \overline{CD}^2 :: CL : Lq$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont la longueur soit égale à celle du grand axe de l'ellipse demandée. Alors promenez une pointe ou un crayon qui tienne toujours le fil tendu, tant d'un côté du grand axe que de l'autre : la pointe de l'instrument tracera l'ellipse demandée, puisque, pour chaque point de la courbe ainsi décrite, la somme des deux rayons est la longueur elle-même du cordeau, c'est-à-dire une quantité constante et égale à la longueur du grand axe.

Observation. Une ellipse tracée par ce procédé s'appelle souvent *ovale des jardiniers;* la difficulté de tenir constamment le cordeau dans un égal degré de tension, fait que le résultat n'en est pas rigoureux comme celui des autres méthodes.

19. Problème. Tracer une ellipse par points.

1.re Solution. Fig. 27. Après avoir déterminé les uns par les autres, soit les axes A B, C D, soit la place des foyers F, G (n.° 14), prenez entre le centre et l'un des foyers autant de points distincts que vous voudrez, H, I, J, K, L; ensuite, relativement à chacun de ces points, H, par exemple, prenez successivement pour rayon sa distance à chacune des extrémités A et B du grand axe; et avec chacun de ces rayons, en prenant aussi successivement pour centre chacun des deux foyers F et G, décrivez quatre petits arcs qui se couperont respectivement deux à deux de part et d'autre du grand axe, et donneront ainsi par leurs intersections quatre points de l'ellipse demandée. En effet, il est visible que, pour chacun de ces points, la somme des deux rayons est constamment égale au grand axe.

2.e Solution. Fig. 30. Soit a b le grand axe d'une ellipse dont a f est le petit axe, que l'on a disposé angulairement d'une manière quelconque : la demi-circonférence a d b appartiendra au cercle circonscrit à l'ellipse demandée. Partagez cette demi-circonférence en tel nombre que vous voudrez de parties, soit égales, soit inégales entre elles, dans quelque rapport que ce soit, et de chaque point de division abaissez des ordonnées perpendiculaires sur a b; joignez ensuite b f, et par chacune des divisions que les ordonnées opèrent sur a b, menez sur a f des parallèles à b f, qui diviseront le petit axe a f en parties proportionnelles aux divisions de a b; en sorte que, traçant des perpendiculaires indéfinies sur a f par chacune de ses divisions, elles seront les ordonnées au petit axe correspondantes à celles qui ont été d'abord établies pour le grand axe. Prenez donc la longueur de chacune de celles-ci, 1, 2, 3, 4, 5, &c., et portez-la sur chacune de celles-là, 1″, 2″, 3″, 4″, 5″, &c. : chacun des points ainsi déterminés appartiendra à l'ellipse demandée, puisque les ordonnées au petit axe seront égales à celles du cercle circonscrit.

Si a b était le petit axe de l'ellipse demandée, et que le grand axe fût a h, a d b serait la demi-circonférence du cercle inscrit. On voit qu'il faudrait procéder de même, et porter les ordonnées 1, 2, 3, 4, 5, &c., en 1′, 2′, 3′, 4′, 5′, &c. Ces derniers points appartiendraient à l'ellipse demandée, puisque les ordonnées au grand axe y seraient égales à celles du cercle inscrit.

Au lieu de faire les divisions sur la circonférence du cercle, soit inscrit, soit circonscrit, on pourrait également les faire sur son diamètre.

Scholie. Ce problème est le même que celui qu'en termes de l'art on appelle *le raccourcissement* et *le rallongement du cercle*, et qui a pour objet de former sur une base trapézoïdale E F G H, *Fig. 29*, un berceau de voûte dont la naissance soit constamment de niveau ainsi que la clef, dans les cas où cette voûte devant être plein-cintre en un point de sa longueur, doit conséquemment être surbaissée à l'une de ses extrémités, et surhaussée à l'autre.

welche so lang als die grosse Axe der gegebenen Ellipse seyn muss, anbindet: sodann fahre man mit einem Bleistift, an welchem der Faden straff mit fortgeht, von einer Seite der grossen Axe zur andern; auf diese Weise zeichnet die Spitze des Bleistifts die verlangte Ellipse; indem für jeden Punkt der so beschriebenen krummen Linie, die Summe der beiden Radii die Länge der Schnur beträgt: nämlich eine bestimmte, und der Länge der grossen Axe gleiche Grösse.

Bemerkung. Eine auf diese Weise gezeichnete Ellipse wird im französischen oft *ovale des jardiniers*, Gärtner-Oval genennt. Da es sehr schwer ist den Faden gleich straff zu erhalten, so fällt das Resultat nicht immer so genau aus, als bei den andern Methoden.

19. Problem. Eine Ellipse durch Punkte zu zeichnen?

1.te Auflösung. Fig. 27. Hat man die Axen A B, C D, und den Ort der Brennpunkte F, G, (N. °14) durch einander bestimmt, so nehme man zwischen dem Mittelpunkte und den Brennpunkten eine Anzahl beliebiger Punkte H, I, J, K, L; sodann nehme man in Beziehung auf einem jeden dieser Punkte, als z. B. auf H, nach und nach als Radius die Entfernung desselben bis zu jedem Ende A und B der grossen Axe; und indem man ferner nach und nach einen jeden der beiden Brennpunkte F und G zum Mittelpunkte nimmt, bescheibe man mit einem jeden von diesen Radiis vier kleine Bogen, welche sich zwei und zwei, an beiden Seiten der grossen Axe durchschneiden, und dergestalt vermittelst ihrer Durchschneidungen vier Punkte der verlangten Ellipse geben werden. Es ergiebt sich hieraus, dass für jeden dieser Punkte die Summe der beiden Radii jederzeit der grossen Axe gleich ist.

2.te Auflösung. Fig. 30. a b sey die grosse Axe einer Ellipse, bei welcher a f die kleine Axe ist; diese letzte ist unter willkührliche Winkel gezogen worden: der halbe Umkreis a d b, wird zu dem in der verlangten Ellipse umschriebenen Zirkel gehören. Diesen halben Umkreis theile man in eine beliebige Anzahl gleicher oder ungleicher Theile, wobei das Verhältniss willkührlich seyn kann; sodann ziehe man von jedem Theilungspunkte perpendiculare Ordinaten auf a b herab; vereinige ferner b f, und führe endlich auf a f, mit b f parallel laufende Linien, welche durch die sämmtlichen von den Ordinaten auf a b gemachten Theilungspunkte hindurchgehen, und die kleine Axe a f in solche Theile theilen werden, welche mit den Theilungen von a b im Verhältniss stehen; zieht man also unbestimmte Perpendicularlinien auf a f durch jede Theilung, so werden sie die Ordinaten der kleinen Axe seyn, und mit denjenigen zutreffen welche vorher für die grosse Axe gezogen worden sind. Man nehme also die Länge einer jeden von diesen letztern, 1, 2, 3, 4, 5, u. s. w., und führe sie auf jede der erstern 1″, 2″, 3″, 4″, 5″, u. s. w.: ein jeder von den auf diese Weise bestimmten Punkten wird solchergestalt zu der gesuchten Ellipse gehören, indem die Ordinaten der kleinen Axe, den Ordinaten des umschriebenen Zirkels gleich seyn werden.

Wäre z. B. a b die kleine Axe der aufgegebenen Ellipse, und a h die grosse, so wäre a d b der halbe Umkreis des eingeschriebenen Zirkels; und man müsste auf dieselbe Weise verfahren und die Ordinaten 1, 2, 3, 4, 5, u. s. w, nach 1′, 2′, 3′, 4′, 5′, u. s. w., führen. Diese letzten Punkte würden zu der aufgegebenen Ellipse gehören, weil die Ordinaten der grossen Axe daselbst den Ordinaten des eingeschriebenen Zirkels gleich seyn würden.

Anstatt die Theilungen auf dem Umkreise des ein- oder umschriebenen Zirkels vorzunehmen, könnten solche auch auf seinem Durchmesser gemacht werden.

Anmerkung. Dieses Problem heisst in der Kunstsprache auch *die Verkürzung und Verlängerung des Zirkels.* Der Zweck desselben besteht darin, dass auf einer viereckigen ungleichseitigen Grundfläche E F G H, *Fig. 29*, ein Gewölbbogen formirt werden soll, dessen Anfang sowohl als der Schlussstein jederzeit in dem Falle wagerecht sey, wenn dieses Gewölbe an einem Punkte seiner Länge einen vollen Bogen bilden, und derselbe daher an einem Ende erhöht, und an dem andern gedrückt seyn soll.

that of the great axis of the ellipsis required. Then move a point or pencil which will hold the thread ever tight, as well on one side of the great axis as on the other : the point of the instrument will trace the ellipsis required, since, for each point of the curve thus described, the sum of the two radius is the length itself of the string, that is to say, a constant quantity, and equal to the length of the great axis.

Observation. An ellipsis traced by this proceeding is often called *a gardener's oval :* the difficulty of constantly holding the cord in an equal degree of tightness, is the cause that the result is not so exact as that of other methods.

19. Problem. To trace an ellipsis by points.

1.rst Solution. Fig. 27. After having determined one by the other, whether the axis A B, C D, or the place of the focus F, G (n.° 14), take between the center and one of the focus as many distinct points as you will, H, I, J, K, L; afterwards, with relation to each of these points, H, for example, take successively for radius its distance to each of the extremities A and B of the great axis; and with each of these radius, taking successively for center each of the two focus F and G, form four little archs which will intersect each other respectively two by two on both sides of the great axis, and will give thus by their intersections four points of the ellipsis required. And indeed it is visible that, for each of these points, the sum of the two radius is constantly equal to the great axis.

2.nd Solution. Fig. 30. Let a b be the great axis of an ellipsis of which a f is the small axis, which is disposed angularly in whatever manner: the semi-circumference a d b will belong to the circle circumscribed to the ellipsis required. Divide this semi-circumference into such a number of parts as you will, equal or unequal between them, in whatever relation it may be; and from each point of division, descend perpendicular ordinates on a b; then join b f; and by each of the divisions that the ordinates operate on a b, draw on a f parallels to b f, which will divide the small axis a f into parts proportioned to the divisions of a b; so that in tracing indefinite perpendiculars on a f by each of its divisions, they will be the ordinates to the little axis, corresponding to those which have been first established for the great axis. Take then the length of each of these, 1, 2, 3, 4, 5, &c., and carry it on each of those, 1″, 2″, 3″, 4″, 5″, &c.: each of the points thus determined will belong to the ellipsis required, since the ordinates to the small axis will be equal to those of the circumscribed circle.

If a b were the small axis of the ellipsis required, and the great axis were a h, a d b would be the semi-circumference of the inscribed circle. It is evident one ought to proceed the same and carry the ordinates 1, 2, 3, 4, 5, &c., into 1′, 2′, 3′, 4′, 5′, &c. These last points would belong to the ellipsis required, since the ordinates to the great axis would be equal to those of the inscribed circle.

Instead of making the divisions on the circumference of the circle, whether inscribed or circumscribed, one could equally make them on its diameter.

Scholion. This problem is the same as that which, in terms of the art, is called *the diminishing and the lengthening of the circle*, and which has for object to form on a trapezoidal base E F G H, *Fig. 29*, a vault the origin of which should be constantly on a level as well as the key, in case this vault should be circular in one point of its length, and ought consequently to be lowered at one of its extremities, and raised higher at the other.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il suffit pour cela de prendre a b double de la montée que la voûte doit avoir dans toute sa longueur; du point a, comme centre, décrire deux arcs indéfinis, et à l'opposite l'un de l'autre par rapport au point b, l'un vers f, avec un rayon égal à la plus petite largeur du trapèze E F, l'autre vers h, avec un rayon égal à la plus grande largeur de la base G H; de mener par le point b une droite h b f, terminée de part et d'autre à ces deux arcs, et de procéder au reste comme on a fait dans la solution du problème.

De l'Arc rampant.

20. On appelle ainsi une courbe destinée à raccorder les extrémités de deux lignes droites, lorsque les perpendiculaires menées respectivement de l'une de ces lignes vers l'autre, par leurs extrémités, ou ne se rencontrent pas, ou se coupent de manière qu'elles ne sont pas égales l'une à l'autre.

Il est d'abord de principe évident que les deux lignes à raccorder doivent être l'une et l'autre tangentes de la courbe demandée; et l'on appelle *ligne de sommité* une troisième tangente, qui peut être donnée aussi, et qui terminerait angulairement d'un côté l'espace compris entre les premières. La ligne droite qui joint les deux extrémités de celles-ci, et qui présente à l'œil une sorte de diamètre de l'arc rampant, se nomme *ligne de rampe.*

Quand ces quatre lignes sont données de direction et de position, la construction rigoureuse de l'arc rampant est pour l'ordinaire une courbe transcendante, quelquefois une section conique, et très-rarement une ellipse qui puisse être imitée par des arcs de cercle; mais, comme l'emploi général de cette courbe a pour objet de raccorder les sommets de deux pieds-droits de hauteur inégale, les praticiens se donnent à eux-mêmes les conditions de l'arc rampant, en supposant ces pieds-droits verticaux, et la ligne de sommité parallèle à la ligne de rampe : alors la question se réduit à ce qui suit.

21. Problème. Étant donnés deux pieds-droits verticaux, dont les sommets sont A et B, *Fig. 31*, les fermer par un arc rampant A D B, composé de deux arcs de cercle dont chacun ait pour tangente la direction de l'un des pieds-droits.

Solution. Par le sommet A du pied-droit le moins élevé, menez l'horizontale A H et la ligne de rampe A B; sur le milieu I de A H, élevez indéfiniment la perpendiculaire I D, et, ayant fait C D égale à C A, divisez l'angle A C D en deux parties égales par la ligne E C, dont le prolongement vous donnera en F, sur l'horizontale A H, le centre de la première partie A D de l'arc rampant; menez ensuite le rayon D F, et coupez-le en G par une horizontale B G, menée par le sommet de l'autre pied-droit : ce point G sera le centre de l'autre partie D B de l'arc rampant.

SECTION II.

Édrographie, ou Développement descriptif des Surfaces qui enveloppent la portion d'espace qu'un corps occupe.

Cette partie de l'art du dessin, purement géométrique, d'une nécessité absolue dans tous les arts

Hierbei hat man bloss folgende Verfahrungsweise zu beobachten : man nehme a b doppelt so hoch als das Gewölbe in seiner Länge seyn soll; beschreibe aus dem Punkte a, als Mittelpunkt, zwei unbestimmte, und in Rücksicht auf den Punkt b einander entgegengesetzte Bogen, und zwar den einen nach f, mit einem Radius, dessen Länge der kleinsten Breite E F des Trapeziums gleich ist, und den andern nach h, mit einem Radius welcher der grössten Breite der Grundfläche G H gleich ist; man führe endlich durch den Punkt b eine gerade Linie h b f, welche von beiden Seiten bis zu diesen zwei Bogen geht, und verfahre im übrigen wie bei der Auflösung des Problems gezeigt worden ist.

Von den abschüssigen Bogen.

20. Man bezeichnet mit diesem Namen eine krumme Linie, vermittelst welcher die Enden zweier gerader Linien in dem Falle verbunden werden sollen, wenn die Perpendicularlinien, welche von einer dieser Linien nach der andern gezogen worden, an ihren Enden entweder nicht zusammentreffen, oder sich dergestalt durchschneiden, dass eine der andern nicht gleich ist.

Es ist hierbei ausser allem Zweifel, dass die beiden zu vereinigenden Linien, und zwar die eine sowohl als die andere, Tangenten der verlangten krummen Linie seyn müssen. Hierbei kann ausserdem noch ein dritter Tangent, die *Höhenlinie* genannt, vorkommen, welcher den zwischen den beiden ersten befindlichen Raum auf einer Seite eckig schliessen würde. Die gerade Linie, vermittelst welcher die beiden Enden der gedachten Linien verbunden werden, zeigt sich bei diesem Bogen als eine Art von Durchmesser, und wird mit dem Namen *ligne de rampe* [Abschusslinie] bezeichnet.

Sind diese vier Linien ihrer Richtung und ihrer Lage nach bestimmt, so ist die genaue Zeichnung des abschüssigen Bogens gewöhnlich eine transcendente krumme Linie; diese letztere ist entweder ein Kegelschnitt, und nur sehr selten eine Ellipse, welche durch Zirkelbogen nachgeahmt werden kann; da aber diese krummen Linien gewöhnlich nur dazu angewendet werden, um die Höhen zweier ungleich hohen Widerlagen zu vereinigen; so bestimmen die Baukundigen die zu diesen Bogen gehörigen Erfordernisse gewöhnlich selbst, wobei sie diese Widerlagen als vertical, und die Höhenlinie mit der Abschusslinie parallel annehmen; worauf es sodann auf die Auflösung folgender Frage ankommt.

21. Problem. Es werden gegeben zwei verticale Widerlagen, deren Höhe nach *Fig. 31*, mit A und B bezeichnet ist; wie schliesst man solche vermittelst eines abschüssigen Bogens A D B, welcher aus zwei Zirkelbogen besteht, von denen ein jeder die Richtung der einen Widerlage zum Tangent hat.

Auflösung. Durch die Höhe A der kleinern Widerlage, führe man die horizontale Linie A H, so wie die Abschusslinie A B : auf der Mitte I, von A H, richte man auf eine unbestimmte Weise die Perpendicularlinie I D auf; und nachdem man C D mit C A gleich gemacht hat, so theile man vermittelst der Linie I C den Winkel A C D in zwei gleiche Theile : die Verlängerung der Linie I C wird bei F, auf der horizontalen Linie A H, den Mittelpunkt des ersten zum abschüssigen Bogen gehörenden Theiles A D geben : hierauf ziehe man den Radius D F, und durchschneide ihn bei G vermittelst der horizontalen Linie B G, welche durch die Höhe der andern Widerlage gezogen worden : dieser Punkt G wird der Mittelpunkt für den andern zum abschüssigen Bogen gehörenden Theil D B seyn.

ZWEITER ABSCHNITT.

Von der Edrographie oder der bildlichen Vorstellung der Flächen, welche den Theil des Raums umgeben, den ein Korper einnimmt; oder Ausmittelung der Flächen und des Umkreises eines Körpers.

Dieser Theil der Zeichenkunst, welcher rein geometrisch und von unerlässlicher Nothwendigkeit

It will be sufficient for that to take a b double of the rising part that the vault ought to have in all its length; from the point a, as center, describe two indefinite archs, and at the opposite side of each other, on account of the point b, one towards f, with a radius equal to the smallest breadth of the trapezium E F, the other towards h, with a radius equal to the greatest breadth of the base G H; to conduct by the point b a right line h b f terminated respectively at these two archs, and to proceed to the rest as has been done in the solution of the problem.

The Arch creeping.

20. A curve is thus called, which is destined to level the extremities of two right lines, when the perpendiculars diverged respectively from one of these lines towards the other, by their extremities, are or not meeting, or cutting each other so as not to be equal to each other.

It is at first sight evident by principle that the two lines to level ought both to be tangents of the curve required; and they call height-line, a third tangent, which may also be given, and which would terminate angularly on one side the space comprised between the first. The right line which joins the two extremities of these, and which presents to the eye a kind of diameter of the creeping arch, is named flight-line.

When these four lines are given in direction and position, the exact construction of the creeping arch is commonly a transcendent curve, sometimes a conic section, and very seldom an ellipsis which may be imitated by archs of circle; but, as the use of this curve has generally for object the levelling the summits of two square pillars of unequal height, practicians give to themselves the conditions of the creeping arch, supposing these square pillars vertical, and the line of summity parallel to the flight-line : then the question is reduced to what follows.

21. Problem. Two vertical square pillars being given, the summits of which are A and B, *Fig. 31*, to close them by an arch creeping A D B, composed of two archs of a circle, each of which has for tangent the direction of one of the square pillars.

Solution. By the summit A of the least elevated pillar, diverge the horizontal A H and the ramp line A B; on the middle I of A H, elevate indefinitely the perpendicular I D, and, having made C D equal to C A, divide the angle A C D into two equal parts by the line E C, the lengthening of which will give you in F, on the horizontal A H, the center of the first part A D of the arch creeping; then diverge the radius D F and cut it in G by a horizontal B G diverged by the summit of the other square pillar : this point G will be the center of the other part D B of the arch creeping.

SECTION II.

Edrography, or Unfolded Description of the Surfaces which inclose that part of space which is occupied by a body.

That part of the art of drawing, purely geometrical, and of a absolute necessity in all the arts

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui, pour envelopper l'espace, emploient des matières préalablement existantes sous formes superficielles continues, ne sert dans la charpente que comme préliminaire à d'autres opérations nécessaires pour le tracé, ou pour déterminer la valeur de certaines sortes d'ouvrages que l'on y exécute.

Elle consiste à décrire géométriquement sous forme plane les diverses surfaces qui enveloppent un corps, soit que les surfaces soient elles-mêmes ou courbes ou mixtes. Il est entendu que les deux dernières espèces de surfaces ne peuvent être décrites que d'une manière approximative; et l'on a adopté pour règles de l'opération, 1.° que chaque partie de la construction soit contiguë aux voisines par quelques-uns des points ou des lignes par lesquels les surfaces se touchent en réalité dans le corps; 2.° que leur ensemble soit inscriptible dans la surface la plus petite possible, ou au moins dans une surface de la forme la plus convenable; et 3.° de ne pas placer en continuité, dans la description, plus de surfaces qu'il n'y a de faces contiguës dans le corps autour d'un angle solide.

Développement du Tétraèdre régulier.

22. On sait que c'est le corps régulier composé du nombre le plus petit possible de faces, et dont chacune est un triangle équilatéral. Soit, *Fig. 33*, la description perspective d'un tétraèdre régulier, dont la *Fig. 32* est la description horizontale, la *Fig. 34* une description verticale, la *Fig. 35* une autre description verticale qu'on nomme renversée, parce qu'on suppose que, la base du solide ayant fait une demi-révolution sur une transversale à la ligne de vision, le solide s'est trouvé renversé de haut en bas et de devant en arrière, mais non de droite à gauche.

Il est visible que le développement du tétraèdre régulier se réduit à former quatre triangles équilatéraux qui aient chacun pour côté l'une des arêtes AB du solide, et à les grouper ensemble comme ils le sont *Fig. 36* ou *Fig. 37*. Alors, en pliant la matière où ils auront été tracés, sur chacune des lignes qui sont communes à deux triangles, ils formeront le solide proposé.

Développement du Cube ou Hexaèdre régulier.

23. D'après ce qui précède sur le tétraèdre, il suffit de dire ici que l'on voit, *Fig. 42* et *43*, les deux développemens les plus usités du cube, dont les *Fig. 38* et *39* sont les descriptions horizontales et verticales, et les *Fig. 40* et *41*, les descriptions du même corps considéré sous un autre aspect.

Développement de la Pyramide régulière à quatre faces.

24. Les pyramides quadrangulaires sont très-usitées dans les combles : il est rare que la base n'en soit pas rectangulaire et même carrée; mais on varie beaucoup sur le rapport qu'on établit entre le côté de la base et la hauteur de l'axe, ou la longueur de l'arête ou bien de l'apothème, c'est-à-dire la perpendiculaire abaissée du sommet sur le côté de la base de la pyramide, et qui sert lui-même de base à l'une des faces. Lorsque l'angle formé par les apothèmes de deux faces opposées est droit, les praticiens disent que le comble est *à l'équerre;* si cet angle est obtus, ils l'appellent *surbaissé;* quand l'angle est aigu, on le nomme *surhaussé* jusqu'à un

bei allen denjenigen Wissenschaften ist, welche bei dem Umkreise der Körper bereits schon vorhandene, in zusammenhängender äussern Form sich darstellende Materien annehmen, geht bei den in der Baukunst anzuwendenden Hölzern, andern zur Fertigung der Zeichnung erforderlichen Operationen vor, oder bestimmt den Werth gewisser in Betreff dieses Gegenstandes zu verrichtenden Arbeiten.

Der Zweck dieser Wissenschaft besteht darin, dass die verschiedenen Flächen, welche einen Körper umgeben, geometrisch und flach angegeben werden sollen; mögen diese Flächen übrigens auch krumm oder gemischt seyn. Es versteht sich hierbei von selbst, dass die beiden letzten Arten von Flächen bloss approximatif oder ohngefähr angegeben werden können. Bei der in Betreff dieses Gegenstandes zu beobachtenden Verfahrungsweise hat man folgende Regeln aufgestellt: 1.° muss vermittelst einiger Punkte oder Linien wodurch sich die Flächen der Körper einander gegenseitig berühren, ein jeder Theil der Zeichnung mit den daran anstossenden Theilen in Verbindung stehen; 2.° muss das Ganze derselben sich in die möglichst kleinste Fläche, oder wenigstens in eine solche, deren Form die schicklichste ist, einzeichnen und beschreiben lassen; 3.° darf man bei der Zeichnung nicht mehr zusammenhängende Flächen aufstellen als es deren um einen körperlichen Winkel giebt.

Darstellung des regulären Tetraëders.

22. Bekanntlich ist der Tetraëder ein regulärer Körper, welcher aus der möglichst kleinsten Anzahl von Flächen besteht, deren jede einen gleichseitige Triangel bildet; oder ein in vier gleichseitige Triangel eingeschlossener Körper. Die *Fig. 33* sey die perspectivische Vorstellung eines regulären Tetraëders, wovon die *Fig. 32* die horizontale, die *Fig. 34* die verticale, und die *Fig. 35* eine ebenfalls verticale Ansicht darstellt; diese letztere ist die umgekehrte Vorstellung desselben; hierbei wird nämlich angenommen, dass die Basis des Körpers eine halbe Wendung auf einer mit der Gesichtslinie schräg laufenden Linie genommen habe, wodurch der Körper von oben nach unten, und von vorn nach hinten, nicht aber von der Rechten zur Linken umgekehrt worden ist.

Es ergiebt sich hieraus, dass die Zeichnung des regulären Tetraëders dadurch bewirkt wird, dass man vier gleichseitige Triangel bildet, von denen ein jeder eine der Kanten AB, als Seite hat, und dass man solche so zusammenstellt, wie es in *Fig. 36* oder 37 geschehen ist. Wenn man sodann die Materie worauf sie gezeichnet wurden, auf eine jede der Linien biegt, welche zwei Triangeln gemein sind, so bilden selbige den gegebenen Körper.

Darstellung des Cubus oder regulären Hexaëders.

23. Das was vorstehend über den Tetraëder gesagt worden ist, überhebt uns einer nähern Erklärung dieses Körpers: wir verweisen diesem zufolge auf die *Fig. 42* und *43*, in welchen zwei der gewöhnlichsten Vorstellungen des Würfels zu sehen sind, und vovon die *Fig. 38* und *39* die horizontale und verticale Ansicht, die *Fig. 40* und *41* aber eine von einer andern Ansicht genommene Vorstellung dieses Körpers enthalten.

Beschreibung der regulären viereckigen Pyramide.

24. Die viereckigen Pyramiden kommen sehr häufig bei den Dächern vor. Es geschieht nur sehr selten, dass die Grundfläche derselben nicht rechtwinkelig oder selbst viereckig ist; allein bei dem Verhältnisse zwischen der Seite der Basis und der Höhe der Axe oder der Länge der Kante, oder dem Apothem, werden verschiedene Grundsätze angenommen. Man versteht unter dem Apothem die perpendiculare Linie, welche von dem Gipfel auf die Seite der Grundfläche, welche wiederum einer andern Seite zur Basis dient, herabgezogen ist. Ist der durch die Apotheme zweier entgegengesetzter Seiten gebildete Winkel ein rechter Winkel, so

which employ, for the purpose of inclosing space, matters previously existing under the form of continued surfaces, is used in carpentry only as preliminary to other operations required for the outline, or to determine the value of certain kinds of works executed therein.

It consists in describing geometrically on a plane, the different surfaces which inclose a body, whether the surfaces themselves be curves or mixed. It is understood that the two last kinds of surfaces can only be described by way of approximation; these rules of the operation have been adopted, 1.° that each part of the description should be contiguous to those nearest to them, by some of the points or lines by which the surfaces actually touch each other in the body; 2.° that the whole of them should be capable of being inscribed in the smallest surface possible, or, at any rate, in a surface of the most convenient form; and 3.° not to place in the description more continuous surfaces than there are contiguous planes in the body about a solid angle.

Unfoldment of the regular Tetraedron.

22. It is known that it is a regular body composed of the smallest number possible of surfaces, of which each is an equilateral triangle. Let *Fig. 33* be the perspective description of a regular tetraedron, of which *Fig. 32* is the horizontal description, *Fig. 34* a vertical description, *Fig. 35* another vertical description, that is called *the reverse*, because it is supposed that, the base of the solid having made a semi-revolution upon a transverse to the line of vision, the solid is found turned from top to bottom, and from front to backward, but not from right to left.

It is easy to see that the description of the regular tetraedron consists in forming four equilateral triangles which have each for side one of the edges AB of the solid, and in combining them together as they are *Fig. 36* or *Fig. 37*. Then, the matter on which they have been drawn, being bent on each of the sides which are common for two triangles, the required solid will be performed.

Unfoldment of the Cube or regular Hexaedron.

23. After what has been said on the tetraedron, it is sufficient to say that we may see, *Fig. 42* and *43*, the two most usual descriptions unfolded of the cube, of which *Fig. 38* and *39* are the horizontal and vertical descriptions, and *Fig. 40* and *41* the descriptions of the same body considered under another point of view.

Unfoldment of the regular four sided Pyramid.

24. Quadrangular pyramids are very much used in roofs: the base is almost always a rectangle and even a square; but there is a great variation according to the proportion established between the side of the base and the height of the axis, or the length of the edge or of the apothem, that is to say, the perpendicular let fall from the summit on the side of the base of the pyramid, which serves itself as a base of one of its surfaces. When the angle formed by the apothems of two opposite surfaces is a right angle, artists say that the roof is at right angles; if that angle is an obtuse angle, they call it lowered; when that angle is acute, they call it higher till

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

certain point : mais, s'il est extrêmement aigu, la pyramide prend le nom de *flèche* ou d'*aiguille*.

25. Problème. Étant donné le côté ou la diagonale de la base, et l'axe ou l'apothème d'une pyramide régulière à base carrée, en trouver les trois autres élémens. *Fig. 44, 45, 46* et *47*.

Solution. 1.° Si c'est le côté de la base qui est donné, la recherche de la diagonale ne présente aucune difficulté.

2.° Si c'est la diagonale qui est connue, il suffit de la prendre pour diamètre d'une demi-circonférence qu'on divisera en deux parties égales : la corde de chacune de ces parties sera le côté du carré qui forme la base.

3.° Si c'est la hauteur de l'axe G I, *Fig. 46*, qui est donnée, l'ayant portée de c en i, *Fig. 45*, sur une parallèle à l'axe, perpendiculaire au prolongement de F H, portez aussi de c en j la perpendiculaire C J menée du centre de la base sur l'un de ses côtés : la ligne j i, qui joindra ces deux points, sera l'apothème de la pyramide. On voit en effet, *Fig. 33*, que l'apothème I E est l'hypoténuse du triangle rectangle formé de l'axe I C et de la perpendiculaire C E.

Dans la même supposition, portez la hauteur d'axe G I de C en i', *Fig. 44*, sur le prolongement de la diagonale A D de la base; en menant ensuite la ligne B i', ce sera l'arête de la pyramide : car on voit encore, *Fig. 33*, que l'arête I A est l'hypoténuse du triangle rectangle dont les côtés sont l'axe I C et la ligne C A menée du centre à l'un des angles de la base.

4.° Si l'apothème j i était connu, il faudrait prendre son milieu pour centre, sa moitié pour rayon, et décrire un arc indéfini j c, que l'on couperait par un autre décrit de j comme centre, et ayant C J pour rayon; on aurait la hauteur de l'axe en menant c i, et l'on aurait l'arête, *Fig. 44*, dans l'hypoténuse B i' du triangle rectangle formé de l'axe C i' = c i, et de B C, moitié de la diagonale.

5.° Si c'était l'arête B i', *Fig. 44*, qui fût donnée, en prenant son milieu pour centre, sa moitié pour rayon, et décrivant un arc B C que l'on couperait par un autre décrit de B comme centre, avec la demi-diagonale de la base pour rayon, et joignant C i', on aurait l'apothème, au moyen duquel on trouverait l'axe, comme dans la quatrième supposition.

26. Problème. Développer la surface d'une pyramide régulière à quatre faces, dont on connaît la base et l'arête.

Solution. Fig. 47. Avec une ouverture de compas égale à l'arête, prenez successivement les deux extrémités A, B, d'un des côtés de la base pour centres de deux petits arcs qui se coupent en K; puis, du même rayon, et du point K comme centre, décrivez un arc indéfini B N, sur lequel vous porterez trois fois le côté A B de la base : en menant les rayons K A, K B, K L, K M, K N, et les cordes B L, L M, M N, le développement sera exécuté.

27. Problème. Trouver l'angle linéaire représentatif de l'angle plan formé par la base et l'une des faces de la pyramide régulière à quatre faces.

Solution. Fig. 45. Faites un triangle rectangle

nennt man das Dach geradwinkelig; ist dieser Winkel stumpf, so heisst es ein gedrücktes Dach, und ist der Winkel spitzig, so wird es bis zu einer gewissen Höhe ein zugespitztes Dach genannt; ist derselbe aber sehr spitzig, so heisst es ein Thurmdach.

25. Problem. Aus der gegebenen Seite oder Diagonallinie der Grundfläche, so wie der Axe oder dem Apothem einer regulären mit viereckiger Grundfläche versehenen Pyramide die drei übrigen Bestandtheile zu finden? *Fig. 44, 45, 46* und *47*.

Auflösung. 1.° Ist die Seite der Grundfläche aufgegeben worden, so ist die Ausmittelung der Diagonallinie mit keinen Schwierigkeiten verbunden.

2.° Kennt man die Diagonallinie, so braucht man solche bloss zum Durchmesser eines halben Umkreises zu nehmen, den man hierauf in zwei gleiche Theile theilt : die Chorde oder Sehne eines jeden dieser Theile wird sodann die Seite des Quadrats seyn, aus welchem die Grundfläche besteht.

3.° Ist aber die Höhe der Axe G I, *Fig. 46*, aufgegeben, so trägt man solche zuvörderst von c nach i, *Fig. 45*, auf einer mit der Axe parallel, und mit der Verlängerung von F H perpendicular laufenden Linie; man trägt ferner die von dem Mittelpunkte der Grundfläche auf eine der Seiten dieser letztern geführte Perpendicularlinie C J, von c nach j; worauf sodann die Linie j i, welche diese beiden Punkte vereinigt, das Apothem der Pyramide seyn wird. Man sieht auch in der That aus *Fig. 33*, dass das Apothem I E, die Hypothenuse des rechtwinkeligen Triangels ist, welchen die Axe I C und die Perpendicularlinie C E bildet.

Man trage ferner unter gleichen Umständen die Axenhöhe G I von C nach i', *Fig. 44*, auf der verlängerten Diagonallinie A D der Grundfläche, und ziehe zugleich die Linie B i', welche die Kante der Pyramide seyn wird. Hierbei sieht man ebenfalls aus *Fig. 33*, dass die Kante I A, die Hypothenuse des rechtwinkeligen Triangels ist, dessen Seiten die Axe I C und die Linie C A sind; welche letztere aus dem Mittelpunkte nach einem der Winkel der Grundfläche geführt worden ist.

4.° Kennte man das Apothem j i, so müsste man die Mitte desselben zum Mittelpunkte, und die Hälfte desselben zum Radius nehmen, und einen unbestimmten Bogen j c beschreiben, welchen man vermittelst eines andern aus dem Mittelpunkt j beschriebenen, dessen Radius C J ist, durchschneidet; worauf man die Höhe der Axe erhält, wenn man die Linie c i zieht; die Kante erhält man, nach *Fig. 44*, in der Hypothenuse B i' des rechtwinkeligen Triangels, welcher durch die Axe C i' = c i, und durch B C, die Hälfte der Diagonallinie, gebildet wird.

5.° Wäre die Kante B i', *Fig. 44*, aufgegeben, so nimmt man die Mitte desselben zum Mittelpunkt, und die Hälfte zum Radius, beschreibt einen Bogen B C, den man vermittelsts eines andern aus B als dem Mittelpunkte beschriebenen durchschneidet, und nimmt die halbe Diagonallinie der Basis zum Radius; vereinigt man sodann C i', so erhält man das Apothem, vermittelst dessen man die Axe wie bei dem vierten Falle findet.

26. Problem. Wie beschreibt man die Fläche einer regulären vierseitigen Pyramide, deren Basis und Kante man weiss?

Auflösung. Fig. 47. Man nehme mit einem offenen, der Kante gleichen Zirkel, nach und nach die beiden äussersten Enden A, B, von einer von den Seiten der Basis zu Mittelpunkten zweier kleinen Zirkelbogen, welche sich bei K durchschneiden; beschreibe sodann aus dem nämlichen Radius, und aus dem Punkte K als Mittelpunkt, einen unbestimmten Zirkelbogen B N, auf welchen man die Seite A B der Basis drei mal führt; hat man hierauf die Radii K A, K B, K L, K M, K N, und die Sehnen B L, L M, M N, gezogen, so ist die Zeichnung vollendet.

27. Problem. Wie findet man den geometrischen Winkel des flachen Winkels, den die Grundfläche und eine von den Seiten der regulären vierseitigen Pyramide bildet?

Auflösung. Fig. 45. Man beschreibe einen

a certain degree; but, if it is extremely acute, the pyramid takes the name of spire.

25. Problem. There being given the side or diagonal of the base, and the axis or apothem of a regular pyramid with a square base, to find the three other elements. *Fig. 44, 45, 46 and 47.*

Solution. 1.° If the side of the base be given, it offers no difficulty to find the diagonal.

2.° If the diagonal be known, it suffices to take it as the diameter of a semi-circumference which must be devided into two equal parts : the cord of each of those parts will be the side of the square which forms the base.

3.° If the height of the axis G I, *Fig. 46*, be given, having carried it from c to i, *Fig. 45*, on a parallel with the axis, perpendicular to the continuity of F H, carry also from c to j the perpendicular C J drawn from the center of the base to one of the sides : the line j i, which shall join these two points, will be the apothem of the pyramid. We may see indeed, *Fig. 33*, that the apothem I E is the hypotenuse of the right angled triangle formed by the axis I C and the perpendicular C E.

Under the same hypothesis, carry the height of the axis G I from C to i', *Fig. 44*, on the production of the diagonal A D of the base; then, in drawing the line B i', it will be the edge of pyramid: for one may see again, *Fig. 33*, that the edge I A is the hypotenuse of the right angled triangle of which the sides are the axis I C and the line C A drawn from the center to one of the angles of the base.

4.° If the apothem j i be known, we must take its middle point as a center, its half as a radius, and describe an indefinite arch j c, and cutting it by another arch described from j as a center, and having C J for its radius : we have the height of the axis by drawing c i; and we have the edge, *Fig. 44*, in the hypotenuse B i' of the right angled triangle formed by the axis C i' = c i, and by B C, the half of the diagonal.

5.° If the edge B i', *Fig. 44*, be given, taking its middle point as a center, its half as a radius, and describing an arch B C that must be cut by another arch described from B as a center, with the half of the diagonal of the base as a radius, and joining C i', we have the apothem, by means of which we may find the axis, as in the fourth hypothesis.

26. Problem. To describe the surface of a regular four sided pyramid, of which we already know the base and the edge.

Solution. Fig. 47. With an opening of the compass equal to the edges, take successively the two extremities A, B of one of the sides of the base as the centers of two small archs which intersect each other in K; then, with the same radius, and from the point K as a center, describe an indefinite arch B N, on which you will draw by three times a line equal to the side A B of the base : by drawing the rays K A, K B, K L, K M, K N, and the lines or cords B L, L M, M N, the description will be completed.

27. Problem. To find the line-angle that represents the plane-angle formed by the base and one of the sides of the regular four sided pyramid.

Solution. Fig. 45. Draw a right angled

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

j c i, qui ait pour côté c i = G I, axe, et j c = C J, perpendiculaire menée du centre sur un des côtés de la base, ou bien pour hypoténuse j i, apothème de la pyramide : l'angle i j c sera la valeur de l'angle plan cherché. En effet, la mesure de l'angle plan est l'angle linéaire compris entre deux lignes perpendiculaires au même point de la commune section ou de l'arête commune aux deux plans : or on voit, *Fig. 33*, que C E et I E, toutes deux perpendiculaires au même point de l'arête A D, font un triangle rectangle formé de l'axe C I, de l'apothème de la pyramide I E, et de la perpendiculaire C E menée du centre sur le côté A D de la base.

28. PROBLÈME. Trouver l'angle que l'arête fait avec la base, dans la pyramide régulière à quatre faces.

SOLUTION. Fig. 44. Faites un triangle rectangle B C i', qui ait pour côtés l'axe C i' = G I, et B C, demi-diagonale de la base, ou bien pour hypoténuse B i', arête de la pyramide : l'angle C B i' sera égal à celui que l'arête forme avec la base. Car l'angle qu'une ligne forme avec un plan, se mesure par celui qu'elle forme avec une droite menée de son pied dans le plan au pied d'une perpendiculaire abaissée de quelqu'un de ses points sur le plan : or on voit encore, *Fig. 33*, que, dans le plan A C I, la ligne A C est menée du pied A de l'arête A I au pied C de la perpendiculaire I C, qui est l'axe de la pyramide, et que ces trois lignes forment le triangle rectangle ci-dessus désigné.

29. PROBLÈME. Trouver l'angle linéaire représentatif de l'angle plan que font entre elles deux faces de la pyramide régulière à quatre faces.

SOLUTION. Fig. 44 et *47*. Menez une diagonale A L qui joigne deux côtés A B, B L, du développement : elle sera perpendiculaire à l'arête B K. Du point A comme centre, et du rayon A a, décrivez l'arc indéfini a *i a*, que vous terminerez en *a*, en le coupant du point *i* pour centre, avec un rayon égal à la diagonale A D : en menant A *a*, cette ligne fera avec A B un angle égal à l'angle cherché. Car l'angle formé par deux plans est égal à celui que forment deux lignes perpendiculaires au même point de l'arête commune de ces deux plans : or on trouve encore, *Fig. 33*, que les deux lignes qui seraient menées de A et de B perpendiculairement à l'arête I D, et qui conséquemment comprennent entre elles l'angle linéaire qui est la mesure de l'angle plan, font avec la ligne A B de la base, qui joint les côtés A D, B D, un triangle isocèle A F B, qu'il suffit d'imaginer rabattu sur la base A B pour concevoir sa réalisation en plan, par un point sécant trouvé des centres A et B, avec les rayons A F et B F, qui sont nécessairement égaux ici. Mais, dans la pyramide quadrangulaire, *Fig. 44*, A D est la sous-tendante ou base du triangle incliné, et *i* A = a A = A *a* = a L en sont les côtés; donc l'angle *i A a* est la mesure de l'angle plan des faces de la pyramide.

2.e construction. Après avoir mené la diagonale A L du point a comme centre et de A a pour rayon, décrivez les arcs indéfinis A *f*, L *g*; terminez ces arcs en *f* et en *g* par des parallèles à l'arête K B, menées chacune à une distance égale à la moitié de la diagonale A D de la base; menez enfin les deux lignes a *f*, a *g* : l'angle *f a g* qu'elles feront entre elles sera l'angle plan cherché. Car le triangle *f a g*, ayant

rechtwinkeligen Triangel j c i, welcher die Axe c i = G I, und die perpendiculare, vom Mittelpunkte auf die eine Seite der Grundfläche geführte Linie j c = C J als Seiten, oder auch das Apothem j i als Hypothenuse hat; der Winkel i j c wird der Werth des gesuchten flachen Winkels seyn. Der Maasstab zu dem flachen Winkel ist der geometrische Winkel, welcher zwischen zwei Linien begriffen ist, die mit dem nämlichen Punkte des gemeinschaftlichen Durchschnitts oder mit der den beiden Flächen gemeinschaftlichen Kante perpendicular gehen : nun sieht man aber in *Fig 33*, dass die Linien C E und I E, welche beide mit dem nämlichen Punkte der Kante A D perpendicular sind, einen rechtwinkeligen Triangel beschreiben, welcher von der Axe C I, von dem Apothem der Pyramide I E, und von der aus dem Mittelpunkte auf die Grundflächenseite A D geführten perpendicularen Linie C E gebildet wird.

28. PROBLEM. Wie findet man den Winkel, den bei der regulären vierseitigen Pyramide die Kante mit der Grundfläche bildet ?

AUFLÖSUNG. Fig. 44. Man beschreibe einen rechtwinkeligen Triangel B C i', welcher die Axe C i' = G I, und die halb diagonale Grundflächenlinie B C, als Seiten, oder auch die Kante B i' als Hypothenuse hat. Der Winkel C B i', wird dem von der Kante und von der Grundfläche gebildeten gleich seyn; denn der Winkel den eine Linie mit einer Fläche beschreibt, wird nach demjenigen gemessen, den eine gerade Linien bildet, welche von ihrem Fusse zu dem Fusse einer perpendicularen Linie geführt ist, welche von einem ihrer Punkte auf den Plan herabgesenkt ist. Nun sieht man aber ebenfalls aus *Fig. 33*, dass bei der Fläche A C I, die Linie A C, von dem Fusse A, der Kante A I, zu dem Fusse C der perpendicularen Linie I C, welche die Axe der Pyramide ist, geführt worden ist; und dass diese drei Linien den vorstehend beschriebenen rechtwinkeligen Triangel bilden.

29. PROBLEM. Wie findet man den geometrischen Winkel des flachen Winkels, den zwei Flächen der regulären vierseitigen Pyramide mit einander beschreiben ?

AUFLÖSUNG. Fig. 44 und *47*. Man ziehe eine Diagonallinie A L, welche die zwei Seiten A B, B L vereinigt : dieselbe wird mit der Kante B K perpendicular seyn. Aus dem Punkte A, als Mittelpunkt, und aus dem Radius A a, beschreibe man den unbestimmten Bogen a *i a*, welchen man bei *a* schliesst, indem man ihn bei dem Punkte *i*, als Mittelpunkt, vermittelst eines mit der Diagonallinie A D gleichen Radius durchschneidet : zieht man sodann die Linie A *a*, so wird dieselbe mit A B einen dem gesuchten gleichen Winkel beschreiben; denn der durch zwei Flächen gebildete Winkel ist demjenigen gleich, welchen zwei Linien bilden, die beide mit dem nämlichen Punkte der diesen zwei Flächen gemeinschaftlichen Kante perpendicular gehen. Nun sieht man aber wiederum aus *Fig. 33*, dass die beiden Linien, welche von A und von B mit der Kante I D perpendicular gezogen sind, und folglich den geometrischen Winkel, welcher das Maas zu dem flachen ist, in sich einschliessen, mit der Grundflächenlinie A B, welche die Seiten A D, B D vereinigt, einen gleichschenkeligen Triangel A F B beschreiben, den man sich bloss auf die Grundfläche umgelegt zu denken braucht, um seine Verwandelung in eine Fläche möglich zu machen : dies geschieht durch einen Durchschneidungspunkt, welcher aus den Mittelpunkten A und B, mit den Radiis A F, B F, die hier nothwendigerweise gleich sind, gefunden wird. Allein bei der viereckigen Pyramide in *Fig. 44*, ist A D die Sehne oder Grundfläche des sich neigenden Triangels, und *i* A = a A = A *a* = a L sind die Seiten. Der Winkel *i A a* ist folglich das Maas zu dem flachen Winkel bei den Flächen der Pyramide.

Zweite Verfahrungsweise. Hat man die Diagonallinie A L aus dem Punkte a, als Mittelpunkt, und aus dem Radius A a gezogen, so beschreibe man die unbestimmten Bogen A *f*, L *g*, und schliesse dieselben bei *f* und bei *g*, vermittelst der mit der Kante K B parallel laufenden Linien, von denen eine jede nach einer mit der Hälfte der diagonalen Grundflächenlinie A D übereinstimmenden

triangle j c i, which has as a side c i = G I, the axis, and j c = C J, the perpendicular drawn from cinter to one of the sides of the base; or as an hypotenuse j i, the apothem of the pyramid : the angle i j c will be of the same value as the plane angle sought. For the measure of the plane angle is the linear angle contained between two lines perpendicular to the same point of the common section or of the common edge of the two planes : but we see, *Fig. 33*, that C E and I E, both perpendicular to the same point of the edge A D, make a right angled triangle formed by the axis C I, the apothem of the pyramid I E, and the perpendicular C E drawn from the center to the side A D of the base.

28. PROBLEM. To find the angle that the edge forms with the base in a regular four-sided pyramid.

SOLUTION. Fig. 44. Draw a right angled triangle B C i', which has for its sides the axis C i' = G I, and B C, the semi-diagonal of the base, or for the hypotenuse B i', the edge of the pyramid : the angle C B i' shall be equal to that which the edge forms with the base. For the angle which a line forms with a plane is measured by the one that it forms with a right line drawn from its lowest extremities in the plane to the lowest extremities of a perpendicular falling from one of its points on the plane : we see again, *Fig. 33*, that, in the plane A C I, the line A C is drawn from the lowest extremity A of the edge A I to the lower extremity C of the perpendicular I C, which is the axis of the pyramid, and that these three lines form the right angled triangle above mentioned.

29. PROBLEM. To find the linear angle representing the plane angle that is formed by two sides of the regular four-sided pyramid.

SOLUTION. Fig. 44 and *47*. Draw a diagonal A L which joins two sides A B, B L of the unfolded pyramid : it will be perpendicular to the edge B K. From the point A as a center, and from the radius A a, describe the indefinite arc a *i a*, terminated at *a*, by cutting it with another arc described from the point *i* as a center, with a radius equal to the diagonal A D : in drawing A *a*, this line with A B will make an angle equal to the angle sought. For the angle formed by two planes is equal to the angle formed by two lines perpendicular to the same point of the common edge of two planes : we find again, *Fig. 33*, that the two lines drawn from A and from B perpendicularly to the edge I D, and which contain consequently between them the linear angle which is the measure of the planed angle, form with the line A B of the base, which joins the lines A B, B D, an isoscele triangle A F B, which it is sufficient to suppose turned down upon the base A B to conceive its representation on a plane, by a point of intersection of two arcs formed from the centers A and B, with the rays A F and B F, which are here necessarily equal. But, in the quadrangular pyramid, *Fig. 44*, A D is the subtense or base of an inclined triangle, and *i* A = a A = A *a* = a L are the sides thereof : therefore the angle *i A a* is the measure of the plane angle of the sides of the pyramid.

2.d construction. After having drawn the diagonal A L from the point a as a center, and with A a as a radius, describe the indefinite arcs A *f*, L *g*; terminate those arcs at the points *f* and *g* by lines parallel to the edge K B, drawn each to a distance equal to half of the diagonal A D of the base; lastly draw the two lines a *f*, a *g* : the angle *f a g* which they will formbetween them, will be the plane angle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour base la diagonale AD, et pour côtés a*f* et a*g*, égales aux perpendiculaires a A, a L, réalise en plan le triangle incliné dont il a été parlé dans la première construction.

3.e construction. Des points E et B comme centres, et du rayon a A, décrivez deux arcs qui se coupent en *d*, et menez les droites E *d* et B *d* : ces lignes feront entre elles un angle B*d*E, égal à l'angle plan cherché. Car on a encore ici un triangle isocèle B *d* E, dont la base B E est la diagonale elle-même, et dont les côtés B*d* et E *d* sont égaux aux perpendiculaires A a, L a : ainsi l'angle B *d* E, opposé à la base, est la mesure de l'angle plan formé par les faces sur lesquelles on a pris les perpendiculaires A a, L a.

30. Les *fig. 48, 49* et *50* sont le développement d'un comble en pyramide droite à base carrée, qu'on nomme en termes de l'art *pavillon surbaissé*, parce que les deux faces opposées par le sommet forment un angle plan obtus, d'après l'usage adopté généralement à Paris, de donner à l'axe de la pyramide les cinq sixièmes du rayon de la base ; ce que les praticiens appellent *entre le tiers et l'équerre*. On y voit l'axe F G, l'apothème G A, transporté en HI pour le développement, qui est exécuté au moyen de l'arc D K L M, décrit du centre I avec l'arête ID pour rayon, en y portant encore trois fois de suite le côté D E de la base.

31. Les *Fig. 51* et *52* sont le développement d'un comble à deux égouts, tronqué à son extrémité par un plan qu'on appelle *croupe* en termes de l'art. Il en résulte réellement une demi-pyramide quadrangulaire, dont les deux faces latérales sont le prolongement du reste du comble, qu'on nomme *le long-pan*. Mais, comme on trouve la forme de la couverture bien plus agréable lorsque la croupe est moins inclinée que le long-pan, on est dans l'usage de ne donner pour base à la croupe que les trois quarts de celle du long-pan, en sorte que la base de la demi-pyramide, qui constitue une croupe, est ordinairement barlongue ou parallélogramme. A B D E est la base de la demi-pyramide ; C J, l'axe égal au grand rayon C E de la base ; J I est l'apothème de la croupe, qui, transporté en KJ', a donné le centre du développement d'où sont résultées les arêtes J' A, J' B ; J E, apothème ou largeur du long-pan, ayant été aussi transportée de J' en E' et D' par des arcs indéfinis que l'on a coupés par d'autres décrits du petit rayon de base C K, et des points A et B comme centres, a donné les lignes d'égout A L, B O, dont les parallèles J' M, J' N, qui doivent se réunir pour former l'arête supérieure du comble, appelée faîte, ont achevé le développement.

32. *Fig. 53, 54, 55* et *56*. Ces quatre figures contiennent les détails du développement d'un comble en mansarde, tronqué à l'extrémité par une croupe, de sorte qu'il présente une demi-pyramide placée sur une demi-pyramide, toutes les deux tronquées, à base parallélogrammatique.

ABEF, *Fig. 53*, est la base totale, où l'on voit en GHIJ la base de la demi-pyramide supérieure.

e f g i c, *Fig. 54*, est une ferme du long-pan, prise sur la ligne E F de la base ; c c' est l'axe total,

Entfernung geführt worden ist ; hat man endlich die beiden Linien a*f*, a*g*, gezogen, so wird der Winkel *f* a *g*, den sie in sich fassen, der gesuchte Winkel seyn ; denn der Triangel *f* a *g*, welcher die Diagonallinie A D zur Basis, und a*f* und a*g* gleich den perpendicularen Linien a A, a L, als Seiten hat, bildet als Fläche den sich neigenden Triangel, von dem in der ersten Verfahrungsweise die Rede gewesen ist.

Dritte Verfahrungsweise. Aus den Punkten E und B, als Mittelpunkten, und aus dem Radius a A, beschreibe man zwei Bogen, welche sich bei *d* durchschneiden ; zieht man sodann die geraden Linien E*d* und B*d*, so werden solche mit einander einen Winkel B *d* E bilden, welcher dem gesuchten flachen Winkel gleich ist ; hier ist nämlich ebenfalls ein gleichschenkeliges Dreieck B*d*E vorhanden, dessen Basis B E, die Diagonallinie selbst ist, und dessen Seiten B*d* und E*d* den perpendicularen Linien A a, L a gleich sind : diesem zufolge ist der der Basis entgegengesetzte Winkel B*d*E, das Maas zu dem flachen Winkel, den die Flächen bilden, auf welchen man die perpendicularen Linien A a, L a genommen hat.

30. Die *Fig. 48, 49* und *50*, enthalten die Vorstellung von einem Dache, welches eine gerade, mit einer viereckigen Grundfläche versehenen Pyramide bildet. Man nennt diese letzte einen *gedrückten Pavillon*, weil die beiden, dem Giebel entgegengesetzten Flächen einen flachen und stumpfen Winkel bilden, welcher nach dem in Paris allgemein angenommenen Gebrauche dadurch entsteht, dass man der Pyramidenaxe fünf Sechstel des Grundflächenradius giebt, welches in der Praxis zwischen dem Drittel und dem Winkel genennt wird. Man sieht daselbst die Axe F G, und das Apothem G A, welches nach H I der Ausführung wegen getragen worden ist ; diese letztere ist vermittelst des aus dem Mittelpunkte I beschriebenen Bogens D K L M vollendet worden, und hat die Kante I D zum Radius, wobei die Grundflächenseite D E noch dreimal dahin geführt worden ist.

31. In der *Fig 51* und *52* sehen wir die Vorstellung von einem Dache mit zwei Rinnen. Dasselbe ist an seinem obern Ende vermittelst einer Fläche, *Walmen* genannt, abgestumpft worden. Daraus entsteht nun eine halbe viereckige Pyramide, deren zwei Seitenflächen die Verlängerung der übrigen langen Seite des Daches ausmachen. Da sich aber ein Dach dem Auge unter einer gefälligern Gestalt darstellt, wenn der Walmen weniger geneigt ist als die lange Seite, so pflegt man bei dem Walmen der Basis nicht mehr als drei Viertel von der Basis der langen Seite zu geben ; so dass also die Grundfläche der halben Pyramide, welche einen Walmen bildet, gewöhnlich zipfelig oder parallelogrammförmig ist. A B D E ist die Basis der halben Pyramide ; C J ist die grosse Axe, welche dem grossen Grundflächenradius C E gleich ist : J I ist das Apothem des Walmens : nachdem dasselbe nach KJ' getragen worden, so hat es den Mittelpunkt der Figur gegeben, woraus zugleich die Kanten J' A, J' B, entstanden sind ; J E ist das Apothem oder die Breite der langen Dachseite ; dasselbe ist von J' nach E' und D' gebracht worden, und zwar vermittelst unbestimmter Bogen, welche durch andere aus dem kleinen Grundflächenradius C K, und aus den Mittelpunkten A und B beschriebenen Bogen durchschnitten worden sind ; daraus sind die Dachrinnenlinien A L, B O entstanden, durch deren Parallellinien J' M, J' N, welche sich vereinigen, und die obere Kante des Dachs bilden sollen, die Figur vollständig gemacht worden ist.

32. Die in der *Fig. 53, 54, 55* und *56* enthaltenen Vorstellungen betreffen ein gebrochenes Dach, welches an seinem obern Ende vermittelst eines Walmens abgestumpft ist, so dass dasselbe eine halbe Pyramide vorstellt, welche auf einer andern gleichfalls halben und abgestumpften Pyramide ruht, und wobei beide eine parallelogrammförmige Grundfläche haben.

In der *Fig. 53* sehen wir bei A B E F die Gesammtgrundfläche der obern halben Pyramide.

e f g i c, *Fig. 54*, ist ein Binder zu der langen Seite, welcher von der Grundflächenlinie E F ge-

sought. For the triangle *f* a *g*, having for its base the diagonal A D, and for its sides a*f* and a*g*, equal to the perpendiculars a A, a L, represents on a plane the inclined triangle which has been spoken of in the first construction.

3.d construction. From the points E and B as centers, and with the radius a A, describe two arcs which intersect each other at *d*, and draw the right lines E*d* and B*d* : those lines will form with each other the angle B*d*E equal to the plane angle sought. For here we have again an isoscele triangle B *d* E, of which the base B E is the diagonal itself, and of which the sides B*d* and E*d* are equal to the perpendiculars A a, L a : so the angle B*d*E, opposite to the base, is the measure of the plane angle formed by the sides on which have been taken the perpendiculars A a, L a.

30. The *Fig. 48, 49* and *50* are the unfoldment of a roof in an upright pyramid with square base, which is technically called *lowered-pavilion*, because the two opposite sides form at the summit a plane obtuse angle, according to the custom generally adopted in Paris, of giving to the axis of the pyramid five sixths of the radius of the base, what artists call *between the third and the square*. We see there the axis F G, the apothem G A transferred to HI for the description unfolded, which is executed by the means of the arc D K L M, described from the center I with the edge ID as radius, by taking on it three times the length of the side D E of the base.

31. The *Fig. 51* and *52* are unfoldment of a double guttered roof, truncated at its extremity by a plane technically called a *croup*. In reality there results thence the half of a quadrangular pyramid, of which the two lateral sides are continuation of the rest of the roof, which is called *long pane*. But, as we find the shape of the covering much more agreeable when the *croup* is less inclined than the long pane, it is the custom only to give as base for the *croup* three fourths of that of the long pane ; so that the base of the semi-pyramid, which constitutes a *croup*, is generally an unequal sided parallelogram. A B D E is the base of the semi-pyramid ; C J, the axis equal to the great radius C E of the base ; J I is the apothem of the *croup*, which, transferred to K J', gave the center of the description from whence resulted the edges J' A, J' B ; J E, the apothem or breadth of the long pane, having been also transferred from J' to E' and D' by indefinite arcs which have been intersected by other arcs described with the small radius of the base C K, and from the points A and B as centers, have given the gutter lines A L, B O, of which the parallels J' M, J' N, which ought to join to form the higher edge of the roof, called the ridge, have completed the description.

32. *Fig. 53, 54, 55* and *56*. Those four figures contain the details of the description of a curbe-roof, truncated at the extremity by a *croup* ; so that it offers a semi-pyramid placed on a semi-pyramid, both truncated, with a parallelogram base.

A B E F, *Fig. 53*, is the whole base, where one sees in G H I J the base of the superior semi-pyramid.

e f g i c, *Fig. 54*, is a truss of the long pane, taken on the line E F of the base ; c c' is the total

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'' c celui de la pyramide supérieure; e g et g c sont les apothèmes des deux parties de long-pan représentant leurs pentes respectives.

d k c''', *Fig. 55*, est la demi-ferme de croupe, prise sur la ligne C K D de la base, ayant mêmes axes que l'autre, mais des bases plus petites, suivant l'usage; en sorte que les apothèmes d k, k c''', sont plus petits, et présentent plus de raideur dans les deux parties de la croupe.

La *Fig. 56* est le développement de ce comble, exécuté sur le côté A B de la base. Après avoir prolongé indéfiniment G M, C D et I N, on a porté de D en *k* l'apothème d k de la partie inférieure de la croupe, et mené *h k j* parallèle à A B; puis on a mené les lignes *h* A et *j* B, qui en sont ainsi les arêtes, et complètent le développement de cette partie de la croupe. Pour placer en continuité le développement des longs-pans, du rayon A L, saillie de la base inférieure de la croupe par rapport à la base moyenne, et des centres A et B, on a fait deux arcs en *l* et *l'*, et on les a coupés avec d'autres arcs faits de *j* et *h* pour centres, avec un rayon égal à l'apothème du long-pan e g : on a eu ainsi les lignes d'égout A *e*, B *f*, auxquelles on a mené des parallèles de brisis par les points *h* et *j*.

La ligne *h j* a servi elle-même de base au développement de la partie supérieure de la croupe; en y portant de *k* en *c* l'apothème k c''' de cette croupe, on a eu les arêtes *c h* et *c j* : pour en développer les longs-pans, des points *h* et *j* comme centres, et du rayon I J ou G H, saillie de la base moyenne de la croupe par rapport à l'axe, on a tracé deux petits arcs en *g* et en *i*, que l'on a coupés ensuite avec d'autres arcs décrits du point *c* comme centre, avec un rayon égal à l'apothème g c du long-pan. On a eu ainsi les deuxièmes lignes de brisis *h g*, *j i*, qui se réunissent avec les premières pour former l'arête de brisis; et en leur menant des parallèles par le point *c*, on a eu les deux lignes de faîte, qui se réunissent aussi pour former l'arête supérieure du comble.

33. *Fig. 57* et *58*. Ces deux figures montrent le développement d'une lanterne à base hexagone régulière, placée sur une croisière de deux combles égaux et aussi réguliers.

La *Fig. 57* est le plan de la croisière et de la lanterne : on y voit en A B et D E la position des deux faîtes qui se croisent à angle droit en C, centre de l'hexagone G H I J K L : C N est l'une des quatre noues, qui sont les intersections des quatre pans de toiture, qu'on pourrait compter au nombre de huit, puisqu'ils s'interrompent respectivement deux à deux, et que la continuité n'a pas lieu; ces noues sont de véritables arêtiers, qui se croisent aussi à angle droit en C. A f B montre la pente des deux pans de l'un des combles; c'est l'angle linéaire qui représente leur angle plan, en sorte que g f I est la coupe que doivent avoir inférieurement les deux pans du prisme hexagonal qui sont perpendiculaires à l'une des arêtes du couronnement de la croisière.

Pour trouver la coupe inférieure des quatre autres pans du prisme, on observera que, s'il n'existait qu'un des combles, le pan dont la trace est au plan L K, ligne qui est en même temps sa largeur réelle

nommen ist; c e' ist die Gesammtaxe, und c'' c die Axe der obern Pyramide; e g und g c sind die Apotheme von zwei zu den langen Seiten gehörigen Theilen, welche den respectiven Abhang vorstellen.

d k c''' *Fig. 55*, ist ein halber Binder zu einem Walmen, welcher von der Grundflächenlinie C K D genommen ist, und die nämliche Axe hat, wie der vorige; allein die Grundflächen sind dem jetzt herrschenden Gebrauche nach kleiner, daher die Apotheme d k, k c''' kleiner sind, und an den beiden Theilen des Walmens einen steilern Abhang haben.

Die *Fig. 56* zeigt die Vorstellung von diesem Dache, welches auf der Grundflächenseite A B ausgeführt worden ist. Nachdem man G M, C D und I N auf eine unbestimmte Weise verlängert hat, so trug man das Apothem d k an der untern Seite des Walmens von D nach *k*, und zog *h k j* parallel mit A B; man zog ferner die Linien *h* A und *j* B, welche solchergestalt die Kanten desselben sind, und die Vorstellung an diesem Theil des Walmens vollständig machen. Um die langen Seiten fortlaufend und ohne Unterbrechung darzustellen, hat man sowohl aus dem Radius A L, welcher an der untern Grundfläche des Walmens, im Verhältnisse zu der mittlern Basis einen Vorstoss bildet, als auch aus den Mittelpunkten A und B, zwei Zirkelbogen bei *l* und *l'* beschrieben, und solche vermittelst anderer aus den Mittelpunkten *j* und *h* beschriebenen Bogen durchschnitten, wobei man zugleich einen dem Apothem der langen Seite e g gleichen Radius gezogen hat : auf diese Weise erhielt man die Dachrinnenlinien A *e*, B *f*, zu welchen man durch die Punkte *h* und *j*, die Parallellinien des Dachbruches geführt hat.

Die Linie *h j* hat ihrerseits bei der Vorstellung der obern Walmenseite zur Basis gedient; nachdem sodann das Apothem k c''' dieses Walmens von *k* nach *c* gebracht worden ist, so erhielt man die Kanten *c h* und *c j*: um die langen Seiten darzustellen, zeichnete man aus den Mittelpunkten *h* und *j*, so wie aus dem Radius I J oder G H, welcher im Verhältniss zur Axe einen Vorstoss an der mittleren Grundfläche des Walmens bildet, zwei kleine Bogen nach *g* und nach *i*, welche man sodann durch andere aus dem Mittelpunkte *c* beschriebene Bogen durchschnitten, und dabei einen dem Apothem der langen Seite g c gleichen Radius gezeichnet hat. Auf diese Weise erhielt man die zweiten Dachbruchlinien *h g*, *j i*, welche mit den ersten vereinigt werden, und so die Dachbruchkante bilden : nachdem man sodann Parallellinien durch den Punkt *c* zu ihnen führte, so erhielt man die beiden Giebellinien, welche sich ebenfalls vereinigen, und so die obere Dachkante bilden.

33. *Fig. 57* und *58*. Diese beiden Figuren enthalten die Vorstellung von einer auf regelmässig sechseckiger Grundfläche ruhenden Laterne, welche auf Kreutzbalken, zwischen zwei gleichen und ebenfalls regelmässigen Dächern steht.

Die *Fig. 57* stellt den Grundriss von dem Kreutzbalken und der Laterne vor : A B und D E zeigen die Stellung der beiden Giebel, welche sich bei C, dem Mittelpunkte des Sechsecks G H I J K L, rechtwinkelig kreuzen; C N ist einer von den vier Einkehlsparren, welche die Durschneidungspunkte an den vier Dachflächen ausmachen; man könnte diese letztern füglich zu acht annehmen, und zwar um so mehr, da zwei und zwei derselben einzeln und von einander abgesondert dastehen, und also kein Zusammenhang unter ihnen Statt findet. Diese Einkehlsparren sind wahre Ecksparren, welche sich bei C ebenfalls rechtwinkelig kreuzen. In A f B sehen wir den Abhang, welchen die beiden Seiten an dem einen von diesen Dächern haben; dieses ist der geometrische Winkel, welcher den flachen Winkel derselben vorstellt; solchergestalt ist g f I der Durchschnitt, den die zwei Seiten des sechseckigen Prismatis an dem untern Theile haben; diese Seiten sind mit der einen von den Kanten, welche sich an dem auf den Kreutzbalken ruhenden Kranze befinden, perpendicular.

Soll der untere Durchschnitt der vier übrigen Seiten des Prismatis gefunden werden, so bemerke man, dass wenn bloss ein Dach vorhanden wäre, so wäre die Seite, welche im Grundrisse durch die

axis, c'' c that of the superior pyramid; e g and g c are the apothems of the two parts of long pane representing their respective slopes.

d k c''', *Fig. 55*, is the semi-truss of the *croup*, taken on the line C K D of the base, having like axes to the other, but the bases smaller, according to the use; so that the apothems d k, k c''', are smaller, and offer more stiffness in the two parts of the *croup*.

Fig. 56 is the unfoldment of this roof executed on the side A B of the base. After having indefinitely lengthened G M, C D and I N, they have carried from D to *k* the apothem d k of the inferior part of the *croup*, and brought *h k j* parallel to A B; then the lines *h* A and *j* B, which are the edges thereof and complete the description of that part of the *croup*, have been drawn. To place in continuance the description of the long panes, with the radius A L, the saliant of the inferior base of the *croup* with regard to the middle base, and from the centers A and B, they have drawn two arcs to *l* and *l'*, and they have cut them by other arcs described from *j* and *h* as centers, with a radius equal to the apothem of the long pane e g : they have had therefore the gutter lines A *e*, B *f*, to which they have carried the parallels of the *brisis* by the points *h* and *j*.

The line *h j* itself has served as a base to the description of the higher part of the *croup;* in carrying from *k* to *c* the apothem k c''' of that *croup*, they have had the edges of it *c h* and *c j* : to form a description of the long panes, from the points *h* and *j* as centers, with the radius I J or G H, the saliant of the middle base of the *croup* with regard to the axis, they have traced two small arcs at *g* and at *i*, which are afterwards cut by other arcs described from the point *c* as a center, with a radius equal to the apothem g c of the long pane. They have had thus the second lines of the *brisis h g*, *j i*, which join with the first to form the edge of the *brisis;* and in carrying parallels to them by the point *c*, they had the two lines of the ridge, which meet also to form the edge of the roof.

33. *Fig. 57* and *58*. These two figures show the display of a lanthorn whose basis is a regular hexagon, placed on the meeting of two equal and regular parts of the timber-work of a roof.

The *Fig. 57* is the plan of the meeting and of the lanthorn : there is seen in A B and D E the position of the two tops which cross each other in a right angle in C, the center of the hexagon G H I J K L : C N is one of the four knots, which are the intersections of the four panes of the roof, that might be reckoned eight in number, since they cut each other two by two, and are not continued; those knots are really edges which cross each other in a right angle in C. A f B shows the declivity of the two panes of one of the roofs : it is the linear angle which represents their plain angle; so that g f I is the inferior cutting of the two panes of the hexagonal prisms which are perpendicular to one of the edges of the top of the meeting.

To find the inferior cutting of the four other panes of the prism, one must consider that, if there was but one roof, the pane whose trace is in the plan L K, which line is at the same time its real and per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et perpendiculaire, et qui a été transportée dans l'élévation en I k', dont l'intersection avec le comble est L K au plan et I k à l'élévation, a son extrémité K plus bas que l'autre L de la quantité pk marquée dans l'élévation, en sorte qu'en renvoyant le point k horizontalement en m, Im serait la longueur de l'intersection du pan oblique du prisme avec celui du comble; et c'est ainsi qu'il faudrait faire la coupe des quatre pans obliques de la lanterne, s'il n'y avait qu'un comble.

Mais dans le cas présent, où le pan oblique du prisme ne suit le premier pan du comble que jusqu'au point M de la noue, qui est relevé en n, et dont la différence de hauteur avec le point L est on, il est visible qu'il faut de même renvoyer horizontalement le point n en m, après avoir transporté de même L M en I o', et que I m sera la longueur de l'intersection du comble par la portion du pan oblique du prisme qui est comprise entre l'arête de ce prisme et la noue de la couverture.

Il n'est pas moins clair qu'ayant transporté une largeur de pan du prisme de I en k', mené la verticale k' k et l'horizontale f k, qui représente l'arête du second comble, la ligne m k est la longueur de l'intersection du second comble par le reste de la largeur du pan oblique de la lanterne.

C'est d'après cela que le développement a été exécuté, *Fig. 58*, sur la portion fl, commune aux coupes des deux corps, et dont les points principaux sont rapportés à ceux de la base par l'indication des mêmes lettres en caractères différens.

34. La *Fig. 59* montre le plan d'une tour carrée A B E D, couverte d'un comble dit *pavillon à l'équerre*, mais surmontée d'une pyramide à base octogone, F G H I J K L M, dont l'axe se confond avec celui du pavillon, mais dont la base indiquée au plan est plus élevée que celle du pavillon. La *Fig. 60* est l'élévation de l'une et de l'autre; N P est la ligne de trave du pavillon; N Q et P Q sont les pentes des croupes; T Y est la ligne de trave de la pyramide, prise à la hauteur où quatre de ses arêtes pénètrent la surface des croupes, plus élevée que la ligne de trave du pavillon de la quantité O V, prise sur l'axe commun. Le point V, correspondant à F et à J, où la croupe est pénétrée par l'arête de face, étant plus près de l'axe que le point T de l'arêtier, qui se trouve à la même hauteur verticale, puisque celui-ci est à l'angle, et l'autre au milieu du côté du carré, l'arête de la pyramide dirigée vers l'arêtier ne peut l'atteindre au point U, qui correspond à I, mais bien à un point plus rapproché de l'axe, et par conséquent plus élevé, tel que i', correspondant à i. On a donc à cette hauteur une seconde coupe de la pyramide, plus élevée et plus petite que la précédente, dont la ligne de trave est h' i' j' k' l', *Fig. 60*, et dont le plan est $fghijklm$, *Fig. 59*.

En portant, à l'ordinaire, de O en R la retombée A C de l'arêtier du pavillon, on a eu R Q pour sa longueur réelle: T S est la longueur réelle des quatre arêtes de la pyramide qui aboutissent aux croupes; et en menant l'horizontale h' l' par le point i', où l'une des quatre autres arêtes de la pyramide aboutit à l'arêtier du pavillon, on a eu S h' pour longueur de chacune de ces quatre autres arêtes.

Linie L K vorgestellt ist, und welche letztere zu gleicher Zeit die wahre und perpendiculare Breite dieser Seite vorstellt, und im Aufrisse nach I k' getragen worden ist, dessen mit dem Dache geschehenen Durchschnitt wir im Grundrisse bei L K, und im Aufrisse bei I k wahrnehmen, diese Seite wäre an ihrem Ende K niedriger als die andere L, und zwar um den in dem Aufrisse bemerkten Unterschied pk; wenn man also den Punkt k horizontal nach m zurücktrüge, so wäre Im die Länge des Durchschnittes, welcher zwischen der schrägen Seite des Prismatis und zwischen dem Dache Statt hat. Dies wäre also die Verfahrungsweise wonach man den Durchschnitt der vier schrägen Seiten der Laterne zu machen hätte, wenn bloss ein Dach vorhanden wäre.

Im gegenwärtigen Falle aber, wo die schräge Seite des Prismatis mit der ersten Seite des Daches bloss bis zu dem Einkehlpunkt M fortgeht, welcher letztere bei n erhöht ist, und wovon o n den Unterschied der Höhe angiebt, welcher zwischen ihm und dem Punkte L Statt findet; in diesem Falle also muss man, wie leicht einzusehen ist, den Punkt n ebenfalls horizontal nach m zurücktragen, nachdem man vorher L M nach I o' getragen hat, worauf I m die Länge des Durchschnitts seyn wird, welcher zwischen dem Dache und demjenigen Theile der schrägen Prismaseite Statt hat, welche zwischen der Kante des Prismatis und dem Einkehlsparren begriffen ist.

Es leidet ferner keinen Zweifel, dass wenn man die Breite von einer Seite des Prismatis von I nach k' versetzt, und die verticale Linie k' k, nebst der horizontalen f k, welche die Kante des zweiten Daches vorstellt, gezogen hat, so ist die Linie m k die Länge des Durchschnittes, den das zweite Dach und die übrige Breite der schrägen Laternenseite enthalten.

Nach diesen Verhältnissen geschah die Ausführung der in der *Fig. 58* enthaltenen Vorstellung nach dem Theile fl, den die Durchschnitte jener beiden Gegenstände gemein haben. Die Hauptpunkte desselben sind an der Grundfläche mit den nämlichen, aber anders gestalteten Buchstaben angezeigt.

34. Die *Fig. 59* zeigt den Grundriss eines viereckigen Thurmes A B E D, welcher mit einem geradewinkeligen Pavillondache versehen, und mit einer achteckigen Pyramide F G H I J K L M überdeckt ist. Die Axe dieser letztern verschmilzt sich zwar mit der Axe des Pavillons; allein ihre im Grundrisse angezeigte Basis ist höher als die des Pavillons. In der *Fig. 60* sehen wir den Aufriss von beiden. N P ist die Stuhlwandlinie vom Pavillon, N Q und P Q zeigen den Abhang der Walmen. T Y ist die Stuhlwandlinie von der Pyramide: sie ist von der Höhe genommen, und zwar da wo vier Kanten der Pyramide an der Walmenseite hervorspringen; auch ist sie höher als die Stuhlwandlinie des Pavillons. Der Unterschied der Höhe, welcher O V beträgt, ist von der gemeinschaftlichen Axe nommen. Da der Punkt V, welcher da wo die vorderste Kante an dem Walmen hervorspringt, mit F und mit J zutrifft, sich näher an der Axe befindet als der Punkt T des Gradsparrens, dessen verticale Höhe die nämliche ist, dieser letzte befindet sich nämlich an der Ecke, der Punkt V hingegen in der Mitte des Vierecks, so kann die Kante der Pyramide, welche sich nach dem Gradsparren hinneigt, mit gedachtem Punkte zwar nicht bei U, welcher mit I zutrifft, wohl aber an einem der Axe näher und folglich höher stehenden Punkte, wie z. B. i', welcher mit i übereinstimmt, zusammentreffen. Diese Höhe hat einen zweiten Durchschnitt erhalten, welcher höher und kleiner ist als der erste. Die Stuhlwandlinie desselben ist in *Fig. 60* durch die Buchstaben h' i' j' k' l', und der Grundriss in *Fig. 59* durch die Buchstaben $fghijklm$ angezeigt.

Trägt man auf die gewöhnliche Weise die Linie A C, welche von dem im Pavillon befindlichen Gradsparren genommen ist, von O nach R; so erhält man bei R Q die wahre Länge derselben: T S ist sodann die wahre Länge der vier Pyramidenkanten, welche bis an die Walmen gehen; führt man hierauf ferner die horizontale Linie h' l' durch den Punkt i', wo die eine der vier übrigen zur Py-

pendicular breadth, and which has been carried in the elevation into I k', whose intersection with the roof is L K in the plan, and I k in the elevation, has its extremity K lower than the other L of the quantity pk marked in the elevation, so that, sending back the point k horizontally to m, Im would be the length of the intersection of the oblique pane of the prism with that of the roof, and thus would must one make the cutting of the four oblique panes of the lanthorn, if there was but one roof.

But in the present case, where the oblique pane of the prism follows the first pane of the roof only to the point M of the knot, which is raised in n, and whose difference of height with the point L is on, it is clear that one must also send back horizontally the point n to m, after bringing in the same way L M to I o', and that I m will be the length of the intersection of the roof by the part of the oblique pane of the prism which is included between the edge of that prism and the knot of the roof.

It is no less clear that, after having brought one breadth of pane of the prism from I to k', drawn the vertical k' k and the horizontal f k, which represents the edge of the second roof, the line m k is the length of the intersection of the second roof by the rest of the breadth of the oblique pane of the lanthorn.

It is after these considerations that the display as been made, *Fig. 58*, on the portion fl common to the cuttings of the two bodies, and whose principal points are referred to those of the basis by the indication of the same letters in different characters.

34. The *Fig. 59* shows the plan of a square tower A B E D covered with a right-angled roof, but surmounted by a pyramid with an octagon basis, F G H I J K L M, whose axis is confounded with that of the pavilion, but whose basis indicated in the plan is more elevated than that of the pavilion. The *Fig. 60* is the elevation of both; N P is the trave-line of the pavilion; N Q and P Q are the declivities of the tops; T Y is the trave-line of the pyramid taken at the height where four of its edges penetrate the surface of the tops, more elevated than the base of the pavilion of the quantity O V, taken on the common axis. The point V, corresponding to F and to J, where the top is penetrated by the edge before, being nearer the axis than the point T of the edge, which is at the same vertical height, since this one is at the angle and the other at the middle of the side of the square, the edge of the pyramid directed towards the edge wood cannot meet it at point U, which corresponds with I, but at a point nearer the axis, and therefore more elevated, like i', corresponding to i. We have therefore at that height a second cut of the pyramid, more elevated and smaller than the preceding, whose baseline is h' i' j' k' l', *Fig. 60*, and whose plan is $fghijklm$, *Fig. 59*.

Drawing, as usual, from O to R the projection A C of the edge wood of the pavilion, we have had R Q for its real length: T S is the real length of the four edges of the pyramid which meet to the tops; and bringing the horizontal h' l' by the point i', where one of the four other edges of the pyramid meets the edge wood of the pavilion, one has had S h' as the length of each of those four other edges.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La *Fig. 61* présente le développement de trois des croupes du pavillon A c B, B c e, e c d, exécuté comme il a été enseigné (n.° 30). Celui de la quatrième croupe A q D, *Fig. 62*, est semblable aux trois autres : mais, pour que le développement de la pyramide s'y trouve adhérent par une de ses lignes de base, et pour avoir en même temps les coupes des intersections des faces de la pyramide avec les croupes du pavillon, on a procédé comme il suit :

n q, apothème de la croupe, étant un report de N O de la *Fig. 60*, la portion N T de cette dernière, portée de n en h, *Fig. 62*, a donné en h le point où la croupe est pénétrée par l'une des arêtes de la pyramide, celle dont la retombée est C H, *Fig. 59*. Ce point h est donc l'origine de la ligne de base d'une des faces de la pyramide. L'autre extrémité de la même ligne de base est marquée dans l'élévation en i', intersection de l'arêtier, par l'arête de la pyramide, lignes qui ont toutes les deux C D pour retombée au plan. Ainsi, en renvoyant i' au plan sur C D en *i*, on a eu la retombée de l'autre extrémité de la même ligne de base, en sorte qu'en menant *i i* parallèle à n q jusqu'à la rencontre de l'arêtier D q, i est le point de cet arêtier où il est coupé par l'arête de la pyramide qui y aboutit, et h i est la ligne de base de l'une des faces de la pyramide. On a donc fait deux arcs qui se coupent en s, l'un de h comme centre, et avec T S, *Fig. 60*, pour rayon; l'autre de i pour centre, et avec S h' pour rayon. On a eu ainsi pour l'une des faces de la pyramide le triangle s h i, que l'on a répété sept fois, au moyen de l'arc I j h f I.

Démonstration. Le développement A q D, pour se mettre en place, doit tourner sur A D comme sur une charnière, jusqu'à ce que le point q se trouve placé verticalement sur le point C du plan; et, dans ce mouvement, chaque point du développement décrit un arc de cercle semblable ou du même nombre de degrés, de manière que chacun de ces arcs ainsi que leurs plans soient perpendiculaires aux plans A B D E et A q D. Ainsi tout point du développement qui, mis en place, doit correspondre verticalement à un point du plan, doit être sur une perpendiculaire à A D, menée par le point du plan auquel correspond le point du développement, comme h qui doit correspondre à H, et q qui doit correspondre à c. Donc, puisque *i*, *Fig. 59*, est la retombée de l'intersection de l'arêtier du pavillon par l'arête de la pyramide, marquée *i*, *Fig. 60;* au développement, *Fig. 62*, ce point doit se trouver sur *i i*, perpendiculaire à A D.

35. Problème. Sur quatre plans de pavillon biais, semblables et de mêmes dimensions, faire les développemens de quatre sortes de comble de formes différentes.

Solution. Première forme, avec un seul poinçon, que l'on demande au centre de gravité du quadrilatère A B C D, *Fig. 63*.

Pour trouver le centre de gravité, il faut tracer les deux diagonales A C, B D; les diviser chacune en deux parties égales en a et en g; partager ensuite en trois portions égales les distances a d, g d, du milieu de chacune à leur intersection; et par le premier point b, h, de chacune de ces dernières divisions, mener une parallèle à l'autre diagonale, comme

ramide gehörigen Kanten an den Gradsparren des Pavillons anstösst, so erhält man in S h' die Länge von einer jeden dieser vier Kanten.

Die *Fig. 61* zeigt die Vorstellung von drei an dem Pavillon befindlichen Walmen A c B, B c e, e c d, die Ausführung derselben hat auf die in N.° 30 angegebene Weise Statt gehabt. Die Vorstellung des vierten in *Fig. 62* enthaltenen Walmens A q D, stimmt zwar mit der für die drei ersten gegebenen überein; um jedoch die Vorstellung der Pyramide vermittelst einer ihrer Grundflächenlinie mit der letztern Vorstellung zu vereinigen, und zugleich auch die Punkte zu erhalten, an denen sich die Seiten der Pyramide mit den Walmen des Pavillons durchschneiden, hat man folgende Verfahrungsweise beobachtet : da n q, das Apothem des Walmens, aus N O, *Fig. 60*, herübergetragen worden ist, so hat der in dieser letztern enthaltene Theil N T, welcher in *Fig. 62* von n nach h getragen worden, in h den Punkt gegeben, wo eine der Pyramidenkanten, nämlich die, welche in *Fig. 59* durch die Linie C H angezeigt ist, aus dem Walmen hervortritt; h ist diesem zufolge der Punkt wo die Grundflächenlinie von einer der Pyramidenseiten ihren Anfang nimmt. Das entgegengesetzte Ende dieser nämlichen Grundflächenlinie ist im Aufrisse bei i' angezeigt, allwo der Ecksparren von der Kante der Pyramide durchschnitten wird. Beide Linien sind im Grundrisse bei C D angezeigt. Wird nun i' aus dem Aufrisse in den Grundriss von C D nach *i* geführt, so erhält man dadurch die Vorstellung zu dem entgegengesetzten Ende dieser nämlichen Grundflächenlinie; und zieht man ferner *i i* parallel mit n q bis zum Eckspparren D q, so ist i der Punkt an welchem der Eckspparren von der Pyramidenkante, welche daran anstösst, durchschnitten wird, und h i ist die Grundflächenlinie von einer der Pyramidenseiten. Es sind demnach zwei Bogen gezogen worden, welche sich bei s durchschneiden; der eine aus h, als Mittelpunkt, welcher T S, *Fig. 60*, zum Radius hat, und der andere aus dem Mittelpunkte i, dessen Radius S h' ist. Diesem zufolge hat man für die eine der Pyramidenseiten das Dreieck s h i erhalten, welches vermittelst des Zirkelbogens I j h f I siebenmal wiederholt worden ist.

Beweis. Soll die Vorstellung A q D gehörig geordnet werden, so muss sie sich so lange um A D wie um ein Gewinde herumdrehen, bis der Punkt q sich mit dem im Grundrisse befindlichen Punkte C in verticaler Richtung befindet. Bei dieser Bewegung beschreibt jeder in der Vorstellung enthaltene Punkt einen ähnlichen Zirkelbogen, welcher die nämliche Anzahl von Graden enthält; so dass diese sämmtlichen Bogen nebst ihren Grundrissen mit den Grundrissen A B D E und A q D parallel sind. Diesem zufolge muss jeder in der Vorstellung enthaltene Punkt, welcher, wenn er an seinem gehörigen Platze ist, mit einem im Grundrisse enthaltenen Punkte in verticaler Richtung zutreffen muss, sich auf einer mit A D perpendicular laufenden Linie befinden, welche durch den im Grundrisse befindlichen Punkt, mit welchem der zur Vorstellung gehörige Punkt zutrifft, gezogen ist; wie z. B. der Punkt h, welcher mit H; und q, welcher mit c zutreffen muss. Da nun *i*, *Fig. 59*, die Linie ist, an welcher der Gradsparren des Pavillons von der Pyramidenkannte durchschnitten wird, welche letztere im Aufrisse *Fig. 60* mit i bezeichnet ist, so muss sich dieser Punkt in der Vorstellung *Fig. 62* auf der Linie *i i*, perpendicular mit A D befinden.

35. Problem. Wie werden auf vier ähnlichen, schrägen und gleich langen und breiten Pavillonplänen die Vorstellungen zu vier von einander verschiedenen Dachstühlen ausgeführt?

Auflösung. Erste Form, mit einer einzigen Giebelsäule, welche im Schwerpunkte des Vierecks A B C D, *Fig. 63*, aufgerichtet werden soll.

Der Schwerpunkt wird auf folgende Weise gefunden : man zieht die beiden Diagonallinien A C, B D; theilt eine jede derselben bei a und bei g in zwei gleiche Theile; theilt ferner die Abstände a d, g d, in drei gleiche Theile; und zwar da wo sich solche in der Mitte gegenseitig durchschneiden, und zieht bei jeder von diesen letzten Eintheilungen durch

The *Fig. 61* presents the display of three of the tops of the pavilion A c B, B c e, e c d, made as it has been taught (n.° 30). That of the fourth top A q D, *Fig. 62*, is alike the three other : but, to make the display of the pyramid adherent to it by one of its lines of basis, and to have at the same time the cuts of the intersections of the faces of the pyramid with the tops of the pavilion, we have proceeded as follows:

n, q, the apothem of the top, being a translation of N O of the *Fig. 60*, the portion N T of that last, transferred from n to h, *Fig. 62*, has given in h the point where the top is penetrated by one of the edges of the pyramid, the one whose *fall* is C H, *Fig 59*. This point h is then the origin of the line of basis of one of the faces of the pyramid. The other end of the same line of basis is marked in the elevation in i', the intersection of the edge wood, by the edge of the pyramid, which lines have both C D as *fall* to the plan. Thus, when we transfer i' to the plan on C D in *i*, we have had the *fall* of the other extremity of the same line of basis; so that, when we draw *i i* parallel to n q till to the meeting of the edge-piece D q, i is the point of that edge-piece, where it is cut by the edge of the pyramid which ends to it, and h i is the line of basis of one of the faces of the pyramid. We have therefore made two arcs which intersect in s, the one from h as a center, and with T S, *Fig. 60*, as a radius; the other from i as a center, and with S h' as a radius. We had thus for one of the faces of the pyramid the triangle s h i, that has been repeated seventimes by means of the arc I j h f I.

Demonstration. The displaying A q D, to come to its proper place, ought to turn on A D, as it would on hinge, until the point q be placed vertically on the point C of the plan; and, in that moving, each point of the display describes a portion of circle alike or of the same number of degrees, so that each of those arcs, as well as their planes, may be perpendicular to the plans A B D E and A q D. Thus each point of the display, which, put in its place, ought to correspond vertically to a point of the plan, ought to be on a perpendicular to A D, drawn by the point of the plan to which corresponds the point of the display, as h, which is relative to H, and q, which ought to correspond to c. Therefore, since *i*, *Fig. 59*, is the *fall* of the intersection of the edge-piece of the pavilion by the edge of the pyramid, marked *i' Fig. 60;* in the display, *Fig. 62*, that point ought to be found on *i i*, perpendicular to A D.

35. Problem. On four plans of pavilion *biais*, alike and of the same dimensions, to make the displays of four species of roofs of different forms.

Solution. First form, with only one king-post, required at the center of gravity of the quadrilater A B C D, *Fig. 63*.

To find the center of gravity, one must trace the two diagonals A C, B D; divide each of them in two equal parts in a and g; divide after in three equal portions the distances a d, g d, from the middle of each to their intersection; and by the first point b, h, of each of those divisions, to draw a parallel to the other diagonal, as here e b f, j h k: the intersection P

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ici e b f, j h k : l'intersection P de ces deux parallèles est le centre de gravité du quadrilatère, et que l'on prend ici pour la retombée de l'axe du poinçon. On aura donc les retombées des quatre arêtes de la pyramide, en traçant de ce point P une droite à chacun des angles A, B, C, D du plan.

Pour faire le développement de la croupe dont la retombée est A B P, au point P on élevera P I et P m perpendiculaires l'une à A P, l'autre à B P, et que l'on fera toutes les deux égales à la hauteur du poinçon; puis on décrira deux arcs qui se coupent en q, l'un de A comme centre et du rayon A I, l'autre du centre B avec le rayon B m : le triangle A q B sera l'extension réelle de la croupe A P B du plan, puisqu'il a pour base la ligne d'égout, et pour côtés les longueurs des deux arêtiers, dont chacune est l'hypoténuse d'un triangle vertical rectangle, ayant pour côté horizontal la retombée de l'arêtier lui-même, et pour côté vertical la hauteur du poinçon. On procédera de même pour chacune des trois autres croupes.

Observation. On peut placer le poinçon en tout autre point que celui P, sans craindre de gauche : cependant Fourneau conseille de le placer au centre de gravité de la base; ce qui n'est pas sans fondement, puisqu'autrement une partie du fardeau de la couverture presserait plus sur les fondations d'un côté que de l'autre, ce qui nuirait à la stabilité de l'édifice.

Deuxième forme, avec deux poinçons P, p, *Fig. 64.*

En admettant deux poinçons, il est bon de les placer sur une ligne qui passe par le centre de gravité du plan, de manière que chaque croupe approche du degré de pente que l'usage leur a affecté, et eu égard à ce qu'exige la disposition des vides et des pleins dans les murs, pour la position des fermes. Les deux croupes A P D, B p C, qui sont triangulaires, sont nécessairement deux surfaces planes; mais les deux longs-pans A P p B, C p P D sont deux trapézoïdes nécessairement gauches, parce que, le bon goût exigeant que le faîtage soit horizontal, ainsi que les lignes d'égout, cette ligne de couronnement doit être en partie au-dessous et en partie au-dessus de la ligne que l'on menerait du point de concours a des lignes d'égout prolongées, au sommet P' du poinçon de la croupe la plus large. Or, pour que les longs-pans n'eussent point de gauche, il faudrait que chacun fût une partie des faces latérales P' A a, P' D a de la pyramide triangulaire P' A a D.

Au reste, en faisant les quatre arêtiers droits, cette forme ne présente ni intérêt ni difficulté, si ce n'est l'assemblage des pièces des surfaces, qui ont du gauche. Mais, comme ce défaut est ordinairement peu considérable, un peu d'attention à faire quelques coupes grasses et à amaigrir les autres, suivant l'occurrence, est tout ce qu'il faut pour l'exécution.

Mais, au lieu de faire droits les quatre arêtiers de cette sorte de comble, comme le demandent la raison et le bon goût, Fourneau a proposé de les faire courbes; ce qui ne diminue aucunement le gauche des longs-pans, détruit la forme rectiligne dans chacune des quatre surfaces, et ne produit d'autre résultat que d'en compliquer considérablement le tracé et le développement, qu'on peut exécuter au reste de la manière suivante.

den ersten Punkt b, h, eine mit der andern Diagonallinie parallel laufende Linie, wie hier e b f, j h k : der Punkt P, bei welchem sich diese beiden Parallellinien durchschneiden, ist der Schwerpunkt des Vierecks, welcher hier die Axenlinie der Giebelsäule vorstellt. Diesem zufolge erhält man die vier Pyramidenkanten dadurch, dass man aus diesem Punkte P eine gerade Linie bis zu jedem von den im Grundrisse befindlichen Winkeln A, B, C, D zieht.

Den Walmen A B P findet man folgendergestalt: bei dem Punkte P richtet man die Linie P I und P m, dergestalt auf, dass die eine mit A P, und die andere mit B P perpendicular ist, und beide die Höhe der Giebelsäule haben; man beschreibt sodann zwei Bogen, welche sich bei q durchschneiden; und zwar den einen aus dem Mittelpunkte A, welcher A I zum Radius erhält, und den andern aus dem Mittelpunkte B, dessen Radius B m ist; worauf das Dreieck A q B der wahre Umfang des im Grundrisse mit A P B angedeuteten Walmens seyn wird; dieses Dreieck hat nämlich die Dachrinnenlinie zur Basis, zu Seiten aber hat es die beiden Ecksparrenlängen, von denen eine jede die Hypothenuse eines rechtwinkeligen verticalen Dreiecks ist, dessen horizontale Seite die Ecksparrenlinie, die verticale Seite aber die Höhe der Giebelsäule ist. Auf dieselbe Weise verfährt man bei den drei übrigen Walmen.

Bemerkung. Die Giebelsäule kann auch in einen andern Punkt als P gesetzt werden, ohne das daraus eine schiefe Gestalt zu befürchten wäre; indessen räth Fourneau mit Recht, man solle sie in den Mittel- und Schwerpunkt der Grundfläche setzen, weil sonst der Druck, den die Last des Daches auf den Grund des Gebäudes ausübt, nicht gleichmässig, sondern auf der einen Seite mehr als auf der andern Statt haben würde, welches der Festigkeit des Gebäudes schaden würde.

Zweite Form mit zwei Giebelsäulen P, p, *Fig. 64.*

Sollen zwei Giebelsäulen angewendet werden, so ist es rathsam, dass sie so gesetzt werden, dass die Linie auf welcher sie stehen, durch den Mittelpunkt des Planes geht, und dass ferner jeder Walmen den Grad der Neigung erhält, den Herkommen und Gewohnheit diesfalls festgesetzt haben, und wobei zu gleicher Zeit wegen der Stellung der Binder auf die offenen und vollen Theile der Mauer Rücksicht zu nehmen ist. Die beiden triangelförmigen Walmen A P D, B p C, sind nothwendigerweise zwei ebene Flächen; während die beiden langen Dachseiten A P p B, C p P D, welche ein ungleichseitiges Viereck beschreiben, nothwendigerweise schief sind; denn da es der gute Geschmack erfordert, dass die Giebellinie so wie die Dachrinnenlinien horizontal seyen; so muss sich diese Giebellinie zum Theil unter, und zum Theil auch über der Linie befinden, welche aus dem an den Dachrinnenlinien befindlichen Vereinigungspunkte a gezogen würde; und wobei diese Dachrinnenlinien bis zur Höhe der an den breitesten Walmen stehenden Giebelsäule P' verlängert sind. Sollen nun diese langen Dachseiten keine schiefe Gestalt erhalten, so müsste jede einen Theil der zur triangelförmigen Pyramide P' A a D gehörigen Seitenflächen P' A a, P' D a ausmachen.

Giebt man übrigens den vier Ecksparren eine gerade Gestalt, so ist dieses weiter nichts besonderes; auch ist die Ausführung mit keinen Schwierigkeiten verbunden; ausgenommen etwa die Holzverbindungen, wenn die Dachseiten schief sind. Dieser Fehler ist gewöhnlich aber von keiner grossen Bedeutung: und lässt sich, wenn man nach Beschaffenheit der Umstände, einige Hölzer voller, andere aber schärfer behaut, leicht abhelfen.

Dem guten Geschmacke und der Natur der Sache nach, müssen bei dergleichen Dächern die vier Ecksparren eigentlich eine gerade Gestalt erhalten; nichts desto weniger räth Fourneau, man solle sie gebogen machen, wodurch aber das schiefe an den langen Dachseiten keineswegs vermieden, wohl aber die geradlinige Gestalt bei einer jeden der vier Dachflächen verhindert, und überdies kein anderes Resultat als sehr zusammengesetzte Zeichnungen hervorgebracht wird. Die Zeichnung kann übrigens auf folgende Weise ausgeführt werden.

of those two parallels is the center of gravity of the quadrilater, and that is taken here for the inferior end of the axis of the king-post. One will have therefore the *fall* of the four edges of the pyramid, by drawing from that point P a right line to each of the angles A, B, C, D of the plan.

To make the display of the top whose basis is A B P, we shall elevate to the point P the lines P I and P m, the one perpendicular to A P, the other to B P, and that we shall make both equal to the height of the king-post; after what we shall draw two arcs intersecting in q, the one from A as center, with the radius A I, the other from the center B with the radius B m : the triangle A q B will be the real extent of the top A P B of the plan, since it has for its basis the *dropping-line*, and for its sides the length of the two edge-pieces, each of whose is the hypotenuse of a vertical rectangular triangle, which has for its horizontal side the *fall* of the edge piece itself, and for vertical side the height of the king-post. One must proceed in the same manner for each of the other tops.

Observation. One may place the king-post in any other point but P, without apprehension of shrinking : however Fourneau advises to place it at the center of gravity of the basis, which is not unreasonable, since otherwise part of the weight of the roof would press more upon one side of the foundations than on the other, which would oppose to the stability of the building.

Second form with two king-posts P, p, *Fig. 64.*

When we admit two king-posts, it is good to place them on a line passing through the center of gravity of the plan, so that each top may approach the degree of declivity which it is the custom to give them, and with regard to what requires the disposition of the empty and full places in the walls, for the position of the trusses. The two tops A P D, B p C, which are triangular, are necessarily two plane surfaces; but the two long panes A P p B, C p P D are two trapezoïds necessarily left, or crooked, because, the good sense requiring the roof-timber horizontal, as well as the *dropping-lines* that line of crowning ought to be in part on, and in part upon the line that one will lead from the point of meeting of the *dropping-lines* carried, on the summit P' of the king-post of the largest top. But, in order that the long panes may have no left, it would be necessary that each should be a part of the lateral panes P' A a, P' D a of the triangular pyramid P' A a D.

But in short, when the four edge-pieces are made straight, that form presents neither interest, neither difficulty, except the assemblage of the pieces of the surfaces, which have something awkward. But, as that fault is commonly unconsiderable, a little attention to make some cuts big, and lessen the others, according to the occurrence, is all that is required for the execution.

But, instead of making straight the four edge-pieces of this sort of roof, as reason and taste require it, Fourneau has proposed making them curved, which does not diminish at all the left of the long panes, destroys the rectilign form in each of the four surfaces, and gives no other result but to make very complicate the drawing and the display, that may be, after all, executed in the following manner.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1.° Pour former le plan, après avoir marqué la retombée des axes des deux poinçons P, p, et prolongé les deux principales lignes d'égout jusqu'à leur point de concours a, on divise le côté opposé AD en un nombre pair quelconque de parties égales, et par les points de division a, b, c, d, &c., on mène des droites au point de concours a. La retombée eP de l'apothème de chaque croupe se divise en un nombre de parties égal à la moitié du nombre des parties de AD, et par chaque division j, k, l, m, on mène des parallèles à AD et à BC. Une courbe tracée de chaque poinçon aux deux angles voisins par les intersections respectives de ces deux familles de lignes, forme le plan de chacun des arêtiers; et il est à remarquer qu'aucune de ces courbes ne peut être semblable à une autre, quand le biais de la base est complet.

2.° Pour développer l'arêtier courbe dont AP est le plan, par chacun des points x, y, z, &, P, résultant de l'opération précédente, on mène des droites à l'origine A, et à chacune on élève une perpendiculaire indéfinie xn, ym, zl, &k, PH; et comme les points de l'arêtier qui ont pour retombées x, y, z, &, P, sont à des hauteurs également espacées, puisqu'ils sont sur des parallèles horizontales menées par les divisions en parties égales de l'apothème du plan de la croupe, on fait la perpendiculaire PH égale à la hauteur du poinçon; on la divise en autant de parties égales que l'on a divisé la retombée eP de l'apothème, et l'on donne à chacune des autres perpendiculaires 1, 2, 3, 4 de ces parties, en sorte que les distances AH, Ak, Al, Am, An, &c. étant les longueurs réelles de lignes droites menées de A à chacun des points de l'arêtier, dont les retombées sont x, y, z, &, P, la courbe AnmIkH est le développement réel de l'arêtier.

3.° Pour arriver au développement des surfaces, du point A comme centre, en prenant successivement pour rayons AH, Ak, Al, Am, An, on décrit les arcs Hh*h*, kov, Ipu, mqt, nrs; puis par les points du plan x, y, z, &, P, on coupe respectivement ces arcs par des perpendiculaires menées d'une part à la ligne d'égout AB, pour le développement du long-pan en r, q, p, o, h, et d'autre part à la ligne d'égout AD, pour le développement de la croupe en s, t, u, v, *h*, et l'on fait passer une courbe par chaque suite de points ainsi trouvés.

On répète la même opération pour chacun des arêtiers, et l'on termine le développement en joignant par une ligne droite les sommets des deux arêtiers qui appartiennent à chacun des longs-pans.

Troisième forme, avec trois poinçons P, p, *p*, qui laissent une petite terrasse triangulaire à la ligne de couronnement. *Fig. 65.*

La croupe B*p*C, surface triangulaire, n'a pas de gauche. Pour obtenir aussi sans gauche les trois autres surfaces, il faut que la combinaison des poinçons leur donne à chacune une longueur uniforme de chevron, ce qu'on obtient en traçant sur le plan la retombée des trois faîtages P*p*, Pp et p*p*, parallèlement aux lignes d'égout, c'est-à-dire que P*p* est parallèle à l'égout AB; Pp, parallèle à AD; et p*p*, à DC. Dans cette figure, les chevrons ont même longueur aux trapèzes AB*p*P, APpD; mais ils sont plus courts en D*pp*C: ce qui résulte de la position respective des trois poinçons, où l'on a cherché à faire, autant que le comporte l'irrégularité de la base, 1.° que le centre de gravité du triangle soit sur celui du plan; 2.° que les pentes fussent celles que l'usage a adoptées; 3.° que la terrasse soit la plus petite possible, parce que c'est la plus mauvaise sorte de couverture.

1.° Hat man bei dem zu fertigenden Grundrisse die Axenlinie der beiden Giebelsäulen P, p gezeichnet, und die zwei vorzüglichsten Dachrinnenlinien bis zu ihrem Vereinigungspunkte a verlängert, so theile man die entgegengesetzte Seite AD in eine beliebige und gerade Anzahl gleicher Theile, und führe durch die Theilungspunkte a, b, c, d, u. s. w., gerade Linien zu dem Vereinigungspunkte a. Die Linie eP, welche das Apothem eines jeden Walmens ausmacht, besteht aus einer Anzahl von Theilen, welche der halben Anzahl der Theile, aus denen AD besteht, gleich ist. Durch jeden Theilungspunkt j, k, l, m, führe man nun mit AD und BC parallel laufende Linien; worauf sodann eine aus jeder Giebelsäule nach den zwei nächsten Winkeln gezogene krumme, und durch die betreffenden Durchschneidungspunkte dieser zwei Linienarten gehende Linie den Grundriss zu jedem Ecksparren giebt. Wir bemerken übrigens noch, dass keine von diesen krummen Linien einer andern ähnlich seyn kann, wenn die schräge Gestalt der Basis vollkommen ist.

2.° Zeichnung des gebogenen Ecksparrens, von welchem AP der Grundriss ist. Man ziehe durch einen jeden der Punkte x, y, z, &, P, welche sich aus der vorigen Verfahrungsweise ergeben haben, eine gerade Linie zu dem Anfangspunkte A; und richte bei jeder derselben eine unbestimmte Perpendicularlinie xn, ym, zl, &k, PH auf; und da die Punkte des Ecksparrens, welche mit x, y, z, &, P, bezeichnet sind, sich an gleichweit von einander abstehenden Höhen befinden, weil sie auf horizontalen Parallellinien stehen, welche durch das in gleiche Theile getheilte Apothem des Walmengrundrisses gezogen worden sind, so giebt man der Perpendicularlinie PH die Höhe der Giebelsäule, und theilt sie in eben so viel gleiche Theile als die Linie eP des Apothems getheilt worden ist; jede der übrigen Perpendicularlinien erhält 1, 2, 3, 4, von diesen Theilen; da nun die Abstände AH, Ak, Al, Am, An, u. s. w., die wahren Längen der geraden Linien sind, welche von A nach jedem Punkte des Ecksparrens, dessen Linien x, y, z, &, P sind, gezogen worden sind, so ist der Bogen AnmIkH die wahre Darstellung des Ecksparrens.

3.° Die Zeichnung der Flächen erlangt man folgendergestalt: aus dem Mittelpunkte A beschreibe man die Bogen Hh*h*, kov, Ipu, mqt, nrs, wobei man nach und nach die Linien AH, Ak, Al, Am, An, zu Radiis nimmt; sodann durchschneide man aus den Grundrisspunkten x, y, z, &, P, jeden einzelnen Bogen durch Perpendicularlinien, welche bei der Darstellung der in r, q, p, o, h enthaltenen langen Dachseite bis zur Dachrinnenlinie AB; bei der in s, t, u, v, *h* enthaltenen Darstellung des Walmens aber bis zur Dachrinnenlinie AD geführt sind; endlich wird durch jede Reihe der auf diese Weise gefundenen Punkte eine krumme Linie gezogen.

Die nämliche Verfahrungsweise wird bei jedem einzelnen Ecksparren wiederholt, und die Zeichnung dadurch vollendet, dass die Höhen der beiden, zu jeder langen Dachseite gehörigen Ecksparren durch eine gerade Linie mit einander verbunden werden.

Dritte Form mit drei Giebelsäulen P*pp*, welche die Anlegung eines kleinen dreieckigen Altans an der Giebellinie verstatten. *Fig. 65.*

Die triangelförmige Fläche des Walmens B*p*C hat keine schiefe Gestalt: und um ebenfalls ohne schiefe Gestalt die drei übrigen Flächen zu erhalten, so müssen die Giebelsäulen so angeordnet werden, dass eine jede Fläche die gleichförmige Sparrenlänge erhält; dies erlangt man dadurch, dass man auf dem Grundrisse die Linie der drei Giebelfetten P*p*, Pp und p*p* mit den Dachrinnenlinien parallel zeichnet: das heisst P*p* muss mit der Dachrinne AB; Pp mit AD, und p*p* mit DC parallel seyn. In dieser Figur sind die Sparren bei den ungleichseitigen Vierecken AB*p*P, APpD von einerlei Länge; kürzer aber sind sie in D*pp*C, welches aus der Anordnung der drei Giebelsäulen herrührt. Bei dieser Anordnung hatte man, so weit es die unregelmässige Grundfläche zuliess, folgenden Zweck vor Augen: 1.° sollte sich der Mittelpunkt des Triangels auf dem Mittelpunkte des Grundrisses befinden;

1.° To form the plan, after having marked the *fall* of the axis of the two king-posts P, p, and prolonged the two principal *dropping-lines* to their point of meeting a, we divide the opposite side AD into a number even of equal parts, and by the points of division a, b, c, d, &c. we draw right lines to the point of meeting a. The *fall* eP of the apothem of each top is divided into a number of parts equal to half the number of the parts of AD, and by each division j, k, l, m, one draws parallels to AD and to BC. A curve drawn from each king-post to the neighbouring angles by the respective intersections of those two families of lines, forms the plan of each of the edge-pieces; and we must remark that none of those curves can be alike another, when the *slope* of the basis is complete.

2.° To display the curve edge-piece whose AP is the plan, we draw, by each point x, y, z, &, P, results of the preceding operation, right lines to the origin A; and on each of them we elevate an indefinite perpendicular xn, ym, zl, &k, PH; and as the points of the edge-piece which have for *plans* x, y, z, &, P, are at heights equally distant, since they are on horizontal parallels drawn by the divisions in equal parts of the apothem of the plan of the top, we make the perpendicular PH equal to the height of the king-post; we divide it in as many equal parts as we have divided the *fall* eP of the apothem, and we give to each of the other perpendiculars one, two, three, four of these parts; so that the distances AH, Ak, Al, Am, An, &c. being the real lengthes of the right lines brought from A to each point of the edge-piece whose *the falls* are x, y, z, &, P, the curve AnmIkH is the real display of the edge-piece.

3.° To obtain the display of the surfaces, from the point A as a center, taking successively for radius AH, Ak, Al, Am, An, we describe the arcs Hh*h*, kov, Ipu, mqt, nrs; and by the points of the plan x, y, z, &, P, we cut each of those arcs by perpendiculars drawn on one part to the *dropping-line* AB, for the display of the long pane in r, q, p, o, h, and on the other part to the *dropping-line* AD for the display of the top in s, t, u, v, *h*, and we make a curve pass by each series of so discovered points.

We repeat the same operation for each edge-piece; and we terminate the display by joining by a right line the tops of the two edge-pieces belonging to each of the long panes.

Third form, with three king-posts P, p, *p*, which leave a little triangular terrace at the line of crowning. *Fig. 65.*

The top B*p*C, a triangular surface, has no left. To obtain the three other surfaces also without left, the combination of the king-posts must give to each an uniform length of rafters, and that is obtained by tracing on the plan the *fall* of the three roof-timbers P*p*, Pp and p*p* parallel to the *dropping-lines*, that is that P*p* is parallel to AB; Pp parallel to AD, and p*p* to DC. In that figure, the rafters have the same length in the trapezes AB*p*P, APpD; but they are shorter in D*pp*C: which results from the respective position of the three king-posts, where we did try, as much as allows the irregularity of the basis, 1.° to place the center of gravity of the triangle on that of the plan; 2.° to make the declivities such as custom requires them to be; 3.° to make the terrace the smallest possible, because it is the worst kind of covering.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour former le développement des quatre surfaces du comble, on fera PH perpendiculaire à PA, pc à pB, pF à pC, et pE à pD, en donnant à chacune de ces perpendiculaires une longueur égale à la hauteur uniforme des poinçons : on aura ainsi les points H, c, F, E; et, comme précédemment, en prenant pour centres les quatre points angulaires du quadrilatère, et AH, Bc, CF, DE pour rayons, on aura les points h, g; h, e; e, f, et g, pour marquer le développement des quatre surfaces.

Le triangle e f h' se fait égal à celui du plan.

Quatrième forme, avec cinq poinçons E, F, G, H, I, dit *cinq-épis*. *Fig. 66.*

Le poinçon G en plan est au centre de gravité du quadrilatère, et reçoit les quatre noues AG, DG, CG, BG; la direction des faîtages EG, GI, a été établie parallèlement à une ligne qui passerait par les milieux de AD et de BC; les poinçons E et I ont été placés pour donner aux croupes une pente approximative à la règle précédemment indiquée, et l'on a procédé de même pour les faîtages FG, GH, et les poinçons H, F; les lignes d'arêtiers ont été tracées des quatre autres poinçons aux quatre angles du plan. Ces quatre croupes triangulaires ne peuvent avoir de gauche, non plus que les huit parties qui les raccordent aux noues, puisque celles-ci sont aussi de forme triangulaire. On établira, comme aux figures précédentes, les hauteurs des poinçons pour tracer le développement des quatre croupes. Quant aux huit parties comprises entre les arêtiers et les noues elles sont pareillement les résultantes de la hauteur de poinçon établie perpendiculairement sur la retombée de chaque noue, pour avoir le rayon d'un arc que l'on décrit de l'angle du plan comme centre, et que l'on coupe ensuite en prenant la longueur du faîtage particulier pour rayon, le sommet de la croupe pour centre d'un petit arc qui détermine le troisième point de chacun de ces triangles. Ici, par exemple, on a pris EG pour rayon et le point e pour centre, et l'on a décrit l'arc gg, qui a donné les troisièmes points des triangles Aeg, Deg.

2.° sollten die Abhänge dem diesfalls angenommenen Gebrauche angemessen, und 3.° der Altan so klein als möglich seyn, indem eine Ueberdachung dieser Art unter die aller schlechtesten gehört.

Die vier Dachseiten werden folgendergestalt ausgeführt : man zeichne PH perpendicular mit PA, pc mit pB, pF mit pC und pE mit pD; wobei eine jede von diesen Perpendicularlinien eine der gleichförmigen Höhe der Giebelsäulen gleiche Länge erhält : auf diese Weise erhält man die Punkte H, c, F, E; und nimmt man wie im vorigen Falle, die vier Eckpunkte des Vierecks zu Mittelpunkten, und AH, Bc, CF, DE zu Radiis, so erhält man die Punkte h, g; h, e; e, f, und g, welche die Darstellung der vier Dachseiten andeuten.

Der Triangel e f h' wird dem Triangel des Grundrisses gleich gemacht.

Vierte Form mit fünf Giebelsäulen E, F, G, H, I, *Fig. 66.*

Die im Grundrisse befindliche Giebelsäule G, steht im Mittelpunkte des Vierecks und erhält die vier Kehlrinnensparren AG, DG, CG, BG. Die Richtung der Giebelfetten läuft mit einer Linie, welche durch die Mitte von AD und BC gehen würde parallel. Die Anordnung der Giebelsäulen E und I hat dergestalt Statt gehabt, dass die Walmen eine mit der vorstehend angegebenen Regel ziemlich übereinstimmende Neigung erhalten. Dieselbe Verfahrungsweise ist bei den Giebelfetten FG, GH, und bei den Giebelsäulen H, F, beobachtet worden. Die Ecksparrenlinien sind von den vier übrigen Giebelsäulen zu den vier Winkeln des Grundrisses gezogen worden. Die vier Walmen können eben so wenig eine schiefe Gestalt haben als die acht Theile welche dieselben mit den Kehlrinnensparren verbinden, indem diese letztern ebenfalls triangelförmig sind : die Höhen der Giebelsäulen werden auf dieselbe Weise wie in den vorigen Figuren bestimmt, und danach die vier Walmen gezeichnet. Was die acht zwischen den Ecksparren und den Kehlrinnensparren befindlichen Theile anbetrifft, so ergeben sich solche ebenfalls aus der Giebelsäulenhöhe, welche auf einer jeden Kehlrinnenlinie perpendicular aufgerichtet ist, und woraus man den Radius zu einem Bogen erhält, den man aus dem zum Mittelpunkte dienenden Grundrisswinkel beschreibt, und hierauf dergestalt durchschneidet, dass man die Länge der betreffenden Giebelfette zum Radius, und die Höhe des Walmens zum Mittelpunkte eines kleinern Bogens nimmt, welcher den dritten Punkt zu einem jeden von diesen Triangeln bezeichnet. Hier z. B. ist EG zum Radius, und der Punkt e zum Mittelpunkte genommen, und der Bogen gg, aus welchem sich die dritten Punkte der Triangel Aeg, Deg ergeben haben, beschrieben worden.

To have the display of the four surfaces of the roof, one must make PH perpendicular to PA, pc to pB, pF to pC, and pF to pC, by giving to each of those perpendiculars a length equal to the uniform height of the king-posts : one will have thus the points H, c, F, E; and, as before, by taking as centers the four angular points of the quadrilater, and AH, Bc, CF, DE, as radius, we shall have the points h, g; h, e; e, f and g, to mark the display of the four surfaces.

The triangle e f h' is made equal to that of the plan.

Fourth form, with five king-posts E, F, G, H, I, said *five ears of corn*. *Fig. 66.*

The king-post G in the plan is at the center of gravity of the quadrilater, and receives the four pantiles AG, DG, CG, BG; the direction of the roof-timbers EG, GI, has been made parallel to a line that would pass by the middle of AD and BG; the king-posts E and I have been placed to give to the tops a declivity nearly according to the rule given before, and the same has been done for the roofs FG, GH, and the king-posts H, E; the lines of the edge-pieces have been drawn from the four other king-posts to the four angles of the plan. Those four triangular tops cannot have any left, nor the eight parts either which join them to the pantiles, since these are also triangular. One must establish, as in the precedent figures, the height of the king-posts to trace the display of the four tops. As to the eight parts included between the edge-pieces and the pantiles, they are likewise resulting from the height of king-posts established perpendicularly on the *fall* of each pantile, to have the radius of an arc described from the angle of the plane as center, and cut after in taking the length of the peculiar roof-timber as a radius, the summit of the top as the center of a small arc which determines the third point of each of those triangles. Here, for instance, we have taken EG for the radius and the point e for the center, and we have described the arc gg, which gave the third points of the triangles Aeg, Deg.

Développement du Cylindre droit, Fig. 67.

36. Dans la pratique, on considère le cylindre comme un prisme d'un nombre infini de faces, et sa base comme un polygone d'une infinité de côtés; et ce point de vue donne une grande facilité aux géomètres pour démontrer la propriété de ces corps, et aux praticiens pour exécuter les travaux qui en dépendent. En mettant ainsi le cylindre circulaire droit dans la classe des prismes droits à base régulière, on conçoit que son développement consiste, *Fig. 67, 68* et *69*, à établir le plan de la base ABED, prolonger le diamètre AE d'une quantité égale à la hauteur du cylindre, élever à chacune de ses extrémités une perpendiculaire égale à la circonférence rectifiée de la base, et terminer le parallélogramme par une parallèle au diamètre prolongé.

Zeichnung des geraden Cylinders, Fig. 67.

36. Der Cylinder wird in der Praxis als ein aus unendlich vielen Flächen bestehendes Prisma, und seine Grundfläche als ein aus unendlich vielen Seiten zusammengesetztes Polygon angesehen. Nach diesem Gesichtspunkte können sowohl die verschiedenen Beschaffenheiten dieser Körper, als auch die dabei erforderlichen Arbeiten mit Leichtigkeit ausgemittelt und bewerkstelligt werden. Setzt man demnach den zirkelförmigen geraden Cylinder in die Classe der mit einer regulären Grundfläche versehenen geraden Prismata, so sieht man leicht ein, dass bei der Zeichnung desselben nach Maasgabe der *Fig. 67, 68* und *69*, die Fläche der Basis ABED festgestellt, der Durchmesser AE um eine der Cylinderhöhe gleiche Grösse verlängert, an jedem Ende desselben eine dem rectificirten Grundflächenumkreise gleiche Perpendicularlinie aufgerichtet, und das Parallelogramm vermittelst einer mit dem verlängerten Durchmesser parallel laufenden Linie geschlossen werden muss.

Displaying of the right Cylinder, Fig. 67.

36. In practice, they consider the cylinder as a prism with an infinite number of faces, and its basis as a polygon with an infinite number of sides; and this manner of considering it gives a great facility to geometers to demonstrate the properties of those bodies, and to practitioners to execute the works depending of it. When the right circular cylinder is thus placed amongst the right prisms with a regular basis, one understands that its display consists, *Fig. 67, 68* and *69*, to fix the plan of the basis ABED, to lengthen out the diameter AE of quantity equal to the height of the cylinder, to draw at each extremity of it a perpendicular line equal to the rectified circumference of the basis, and complete the parallelogram by a parallel to the lengthened diameter.

Le calcul appliqué à la géométrie a donné pour circonférence d'un cercle dont le rayon serait $=1$, 3,1415926535897932.

Archimède a trouvé :			
7 : 22 ou 3,1428571.			0,013.
Adrien Metius :			
113 : 355	3,1415929.	Différence. . .	0,000000266.
120 : 377	3,1416667.		0,000074.
484 : 1521	3,1425620.		0,00097.

Aus der auf die Geometrie angewendeten Berechnung ergab sich für den Umkreis eines Zirkels dessen Radius seyn würde $=1$, 3,1415926535897932.

Archimedes fand :			
7 : 22 ou 3,1428571.			0,013.
Hadrian Metius :			
113 : 355	3,1415929.	Unterschied. .	0,000000266.
120 : 377	3,1416667.		0,000074.
484 : 1521	3,1425620.		0,00097.

Calculation applied to geometry, has given for the circumference of a circle whose radius should be $=1$, 3,1415926535897932.

Archimedes found :			
7 : 22 ou 3,1428571.			0,013.
Adrien Metius :			
113 : 355	3,1415929.	Difference. . . .	0,000000266.
120 : 377	3,1416667.		0,000074.
484 : 1521	3,1425620.		0,00097.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rien de plus facile que de trouver par le calcul la circonférence d'un cercle dont on connaît le diamètre, puisqu'il suffit de multiplier ce diamètre par la première des expressions ci-dessus, 3,1415926, &c., dont on emploiera autant de chiffres décimaux que l'exigera le degré de précision dont on peut avoir besoin : quatre suffisent pour l'ordinaire.

On trouverait aussi facilement le diamètre d'un cercle dont on connaîtrait la circonférence, en multipliant cette circonférence par 0,3183099.

Pour faciliter ces calculs, nous plaçons ici les multiples simples de ces deux nombres.

Le diamètre étant	La circonférence est	Le diamètre est	La circonfér. étant
1.	3,1415926.	0,3183099.	1.
2.	6,2831852.	0,6366198.	2.
3.	9,4247778.	0,9549297.	3.
4.	12,5663704.	1,2732396.	4.
5.	15,7079630.	1,5915495.	5.
6.	18,8495556.	1,9098594.	6.
7.	21,9911482.	2,2281693.	7.
8.	25,1327408.	2,5464792.	8.
9.	28,2743334.	2,8647891.	9.

Nicolas Fourneau, dans son *Traité de charpente*, donne un procédé géométrique très-commode pour trouver une ligne droite sensiblement égale à la circonférence d'un cercle donné : on ne sera pas fâché de le trouver ici démontré, et débarrassé du verbiage dans lequel cet artiste l'a, pour ainsi dire, noyé.

37. PROBLÈME. Rectifier géométriquement la circonférence d'un cercle donné, dont le diamètre est AB. *Fig. 70.*

SOLUTION. Sur le centre C, élevez CD, égale et perpendiculaire au diamètre AB; menez par le point D la droite indéfinie EF, parallèle à AB, et du même point D, comme centre, décrivez le demi-cercle EG′CGF; par les intersections G, G′ des deux circonférences, menez les droites EI et FH, et portez l'une de ces lignes de I en K et de H en L : la droite KL sera égale à la circonférence du cercle proposé.

Démonstration. Soient menées les droites CG et DG, ainsi que DN perpendiculaire sur CG, qui divise en deux parties égales la base CG et l'angle opposé D du triangle isocèle CDG : on aura $CN = \frac{1}{4}AB = \frac{1}{4}CD$. Ainsi, en supposant $CD = 100000$, pour le comparer au rayon des tables de sinus, CN, sinus de l'angle $CDN = 25000$, fait voir que cet angle est de 14°28′39″,043, d'où il suit que l'angle GDF est de 28°57′18″,086, et que l'angle GDF, qui est 90°—CDG, = 61°2′41″,914.

Le triangle GDF étant aussi isocèle, a ses angles en F et G égaux entre eux, et chacun est $= \frac{180° - GDF}{2} = \frac{1}{2}\frac{(180° - 61°2'41'',914)}{2} = 59°28'39'',043$, d'où il suit que l'angle FHM, complément de HFM ou de GFD, = 90° — 59° 28′ 39″,043 = 30°31′20″,957.

Mais dans ce dernier triangle FHM, en prenant pour rayon HM = AB = 100000, FM est la tangente de l'angle FHM, et l'on trouve par les tables que la tangente de 30°31′20″,957 est 58957,38.

Donc DM, ou son égale CH = DF—FM = ...	41042,62.
Or, dans le même triangle, l'hypo-	
A reporter ...	41042,62.

Der Umkreis eines Zirkels, dessen Durchmesser man kennt, lässt sich sehr leicht dadurch ausrechnen und finden, dass man diesen Durchmesser mit der ersten vorstehend angegebenen Zahl 3,1415926, u. s. w., multiplicirt und davon soviel Decimalziffern anwendet, als zu dem erforderlichen Grade der Genauigkeit nöthig sind : vier reichen zu diesem Behuf gewöhnlich schon hin.

Kennt man den Umkreis eines Zirkels, so lässt sich dessen Durchmesser eben so leicht dadurch ausmitteln, dass man diesen Umkreis mit 0,3183099 multiplicirt.

Zur Erleichterung dieser Berechnungen haben wir in nachstehender Tabelle die Multiplication dieser beiden Zahlen angegeben.

Ist der Durch - messer	So ist der Umkreis.	Der Durchmesser ist	Wenn der Umkreis ist
1.	3,1415926.	0,3183099.	1.
2.	6,2831852.	0,6366198.	2.
3.	9,4247778.	0,9549297.	3.
4.	12,5663704.	1,2732396.	4.
5.	15,7079630.	1,5915495.	5.
6.	18,8495556.	1,9098594.	6.
7.	21,9911482.	2,2281693.	7.
8.	25,1327408.	2,5464792.	8.
9.	28,2743334.	2,8647891.	9.

Nicolaus Fourneau hat in seiner Abhandlung über die Zimmermannskunst eine geometrische Verfahrungsweise angegeben, wodurch man eine gerade, dem Umkreise eines gegebenen Zirkels merklich gleiche Linie sehr bequem findet. Es wird unsern Lesern hoffentlich angenehm seyn, wenn wir ihnen dieselbe auf eine deutliche und verständliche Weise hier mittheilen, nachdem wir selbige von dem unnützen Wortkram gereinigt haben, mit welchem der Verfasser solche angefüllt hat.

37. PROBLEM. Wie wird der Umkreis eines gegebenen Zirkels, dessen Durchmesser AB *(Fig. 70)* ist, auf eine geometrische Weise rectificirt?

AUFLÖSUNG. Auf dem Mittelpunkte C, richte man die dem Durchmesser AB gleiche und mit ihm perpendicular gehende Linie CD auf; führe durch den Punkt D die gerade unbestimmte Linie EF, parallel mit AB, und beschreibe aus demselben Mittelpunkte D den Halbzirkel EG′CGF : ziehe ferner durch die Durchschnittspunkte G, G′, der beiden Umkreise, die geraden Linien EI und FH; und trage die eine von diesen Linien von I nach K, und von H nach L; worauf die gerade Linie KL dem Umkreise des aufgegebenen Zirkels gleich seyn wird.

Beweis. Sind die geraden Linien CG und DG gezogen, und die Linie DN, welche die Grundfläche CG, und den entgegengesetzten Winkel D des gleichschenkeligen Dreiecks CDG in zwei gleiche Theile theilt, perpendicular auf CG geführt worden, so erhält man $CN = \frac{1}{4}AB = \frac{1}{4}CD$. Nimmt man also zur Vergleichung mit dem Radius der Sinustafeln $CD = 100000$ an, so ergiebt sich aus CN, welches der Sinus des Winkels $CDN = 25000$ ist, dass dieser Winkel beträgt 14°28′39″,043; woraus folgt, dass der Winkel CDG beträgt — 28°57′18″,086 und dass der Winkel GDF, welcher ist 90° — CDG = 61°2′41″,914.

Das Dreieck GDF welches ebenfalls gleichschenkelig ist, hat seine einander gleichen Winkel in F und G; ein jeder derselben ist $= \frac{180° - GDF}{2} = \frac{(180° - 61°2'41'',914)}{2} =$ ..... 59°28′39″,043, woraus sich ergiebt, dass der Winkel FHM, complement von HFM, oder von GFD, = 90°— 59°28′39″,043 = ... 30°31′20″,957.

Wird aber bei diesem letzten Triangel FHM die Linie HM = AB = 100000 zum Radius angenommen; so ist FM der Tangent des Winkels FHM; nun ergiebt sich aber aus den Tafeln, dass der Tangent von 30°31′20″,957 ist..... 58957,38.

Also ist DM oder die ihm gleiche Linie CH = DF—FM = ...	41042,62.
Nun ist aber bei demselben Trian-	
Ueberzutragen ...	41042,62.

Nothing is more easy but to find by calculation the circumference of a circle whose diameter is known, since it suffices to multiply the diameter by the first of the expressions before given 3,1415926, &c., whose we shall use so many decimal figures as the degree of precision wanted will require it : four are commonly enough.

One might as easily find the diameter of a circle whose circumference is known, by multiplying that circumference by 0,3183099.

To facilitate those calculations, we give here the simple multiples of those two numbers.

The diameter being	The circumference is	The diameter is	The circumfer. being.
1.	3,1415926.	0,3183099.	1.
2.	6,2831852.	0,6366198.	2.
3.	9,4247778.	0,9549297.	3.
4.	12,5663704.	1,2732396.	4.
5.	15,7079630.	1,5915495.	5.
6.	18,8495556.	1,9098594.	6.
7.	21,9911482.	2,2281693.	7.
8.	25,1327408.	2,5464792.	8.
9.	28,2743334.	2,8647891.	9.

Nicolas Fourneau, in his Treatise of timberwork, gives a very convenient geometrical proceeding to find a right line apparently equal to the circumference of a given circle : may be one would not be displeased to find it here explained, and cleared of all the empty words in which that artist has, one might say, drowned it.

37. PROBLEM. To rectify geometrically the circumference of a given circle, whose diameter is AB, *Fig. 70.*

SOLUTION. On the center C let fall the line CD equal and perpendicular to the diameter AB; draw by the point D the indefinite right line EF, parallel to AB, and, from the same point D as a center, describe the half circle EG′CGF; by the intersections G, G′ of the two circumferences, draw the right lines EI and FH, and transfer one of those lines from I to K and from H to L : the right line KL will be equal to the circumference of the proposed circle.

Demonstration. Let us draw the right lines CG and DG, as well as DN perpendicular on CG, which divide in two equal parts the basis CG and the opposite angle D of the isoscele triangle CDG : we shall have $CN = \frac{1}{4}AB = \frac{1}{4}CD$. Thus, if we suppose $CD = 100000$, to compare it with the radius of the tables of sinus, CN, sinus of the angle $CDN = 25000$, shows that that angle is of 14°28′39″,043, from which it follows that the angle GDF is of 28°57′18″,086, and that the angle GDF, which is 90°—CDG, = 61°2′41″,914.

The triangle GDF being also isoscele, has its angles in F and G equal to each other, and each is $= \frac{180° - GDF}{2} = \frac{(180° - 61°2'41'',914)}{2} = 59°28'39'',043$, from which it follows that the angle FHM, complement of HFM or GFD, = 90°—59°28′39″,043 = 30°31′20″,957.

But in that last triangle FHM, taking as a radius HM = AB = 100000, FM is the tangent of the angle FHM; and we find by the tables that the tangent of 30°31′20″,957 is ..... 58957,38.

Therefore DM or its equal CH = DF—FM = ...	41042,62.
Now, in the same triangle, the hypo-	
...	41042,62.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Report . . . 41042,62.

ténuse $FH = \sqrt{HM^2 + FM^2} =$
$\sqrt{(100000^2) + (58957,38^2)} =$
$\sqrt{13475972656} =$ . . . . . 116086,06.

Donc CL, qui est CH+HF=. 157128,68.

et LK, qui est 2 CL=. . . . . 314257,36.
quantité qui n'excède la circonférence donnée par le calcul que de 98 cent-millièmes du diamètre, précision bien suffisante pour la pratique.

38. Problème. Rectifier géométriquement un arc de cercle moindre que le quart de la circonférence.

Solution de Saurin. Soit AD, *Fig. 71*, un arc à rectifier. Menez le diamètre AB, la tangente indéfinie AT, la corde AD, et la corde de supplément BD, prolongée jusqu'à la tangente en T, et faisant nécessairement un angle droit avec la corde AD; divisez en deux parties égales l'angle DAT par la ligne AH, à laquelle vous menerez la perpendiculaire HI; divisez ensuite de même l'angle HAI par la ligne AK, à laquelle vous menerez la perpendiculaire KL; continuez à volonté de diviser en deux parties égales l'angle restant jusqu'à la tangente, et à mener une perpendiculaire à la ligne qui opérera la division : la longueur de l'arc AD sera comprise entre celle de la ligne qui aura opéré la dernière division, et la portion de la tangente comprise entre l'origine de l'arc et la dernière perpendiculaire; dans le cas de la figure, AD>AK et < AL.

Démonstration. Si l'on mène en D la tangente MN, l'angle MDT, ainsi que son opposé NDB, qui a pour mesure $\frac{BD}{2}$, sera égal à ATD; puisque celui-ci est complément de DAT, qui a pour mesure $\frac{1}{2}$ AD. Ainsi TM = MD, et est aussi = MA, puisque MA et MD sont deux tangentes menées du même point M, et nécessairement égales entre elles. On peut donc regarder la corde AD comme le côté d'un secteur polygonal inscrit, et AM+MD ou AT, comme la somme de deux côtés du secteur polygonal circonscrit, ayant un nombre double de côtés; et l'on sait que la circonférence, ainsi que toutes ses parties, se tiennent toujours entre ces deux polygones. Donc, 1.° l'arc AD > la droite AD et < AT; 2.° si l'on prend en F la moitié de l'arc AD, et qu'on mène BFP, il sera prouvé, par ce qui précède, que l'arc AF ou $\frac{1}{2}$ AD est>AF et<AP. Or, en menant du centre sur la corde AD la perpendiculaire CE, qui sera nécessairement parallèle à BDT, elle passera par F, et fera AE=ED, AFE semblable à AHD, comme APF l'est à AIH. Donc AH = 2 AF, AI=2 AP, comme AD=2 AE. Mais on prouvera comme ci-dessus que AP est la valeur des deux tangentes menées d'un même point en A et en F; conséquemment AI est la valeur de quatre de ces tangentes, >l'arc AD; et cet arc est évidemment > 2 AF ou AH : donc sa grandeur est comprise entre celles de AH et de AI.

On peut appliquer le même raisonnement à chacune des divisions successives qu'on aurait faites de l'angle DAT.

Scholie. En appliquant ce procédé à l'arc de 60 degrés, dont on sait que la corde est égale au rayon du cercle, et calculant les résultats par les propriétés du triangle rectangle, et de celui dont un angle est divisé en deux parties égales, on voit que l'on peut s'arrêter à la troisième division, puisqu'en prenant l'arc AD comme moyen entre les

Uebertrag . . . 41042,62.

gel die Hypothenuse $FH = \sqrt{HM^2 + FM^2} = \sqrt{(100000^2) + (58957,38^2)} = \sqrt{13475972656} =$ 116086,06.

Folglich ist CL, welches ist CH+HF=. . . . . 157128,68.
und LK, welches ist 2 CL=. . . . . 314257,36.
welche Quantität den durch die Berechnung gegebenen Umkreis bloss um 98 hundert tausend Theile des Durchmessers übersteigt; eine solche Genauigkeit ist in der Praxis gewiss hinreichend.

38. Problem. Wie wird ein Zirkelbogen, welcher weniger als ein Viertel des Umkreises beträgt, geometrisch rectificirt?

Saurin's Auflösung. AD, *Fig. 71*, sey der zu rectificirende Bogen. Man ziehe den Durchmesser AB, so wie den unbestimmten Tangent AT nebst der Sehne AD und der ergänzenden Sehne BD, welche bis zu dem Tangent in T verlängert worden, und mit der Sehne AD einen rechten Winkel beschreibt. Hierauf theile man den Winkel DAT vermittelst der Linie AH, auf welche man die Perpendicularlinie HI führt, in zwei gleiche Theile. Ferner theile man denselben Winkel HAI, vermittelst der Linie AK, auf welche man die Perpendicularlinie KL führt; man fahre mit dieser Operation auf beliebige Weise fort, und theile den übrigen Winkel bis zum Tangent in zwei gleiche Theile, und ziehe ferner eine Perpendicularlinie auf die Linie, durch welche die Theilung bewerkstelligt wird; die Länge des Bogens AD wird sodann zwischen der Länge der Linie, welche diese letzte Theilung bewerkstelligt hat, und zwischen dem Theile des Tangenten, welcher sich zwischen dem Anfange des Bogens und der letzten Perpendicularlinie befindet, begriffen seyn : in der Figur ist dies AD > AK und <AL.

Beweis. Führt man den Tangent MN nach D, so wird der Winkel MDT, so wie der ihm entgegengesetzte NDB, welcher $\frac{BD}{2}$ zum Maase hat, dem Winkel ATD gleich seyn; indem dieser das Complement von dem Winkel DAT ist, welcher $\frac{1}{2}$ AD zum Maase hat. Diesem zufolge ist TM nicht nur=MD, sondern auch = MA, weil MA und MD zwei aus dem nämlichen Punkte M gezogene und einander notwendig ähnliche Tangenten sind. Die Sehne AD lässt sich folglich als Seite eines eingeschriebenen vielseitigen Ausschnittes, und AM + MD oder AT als die Summe zweier zu dem umschriebenen vielseitigen Ausschnitt gehörigen Seiten betrachten; auch hält bekanntlich der Umkreis sowohl als alle seine Theile zwischen diesen beiden Polygonen jederzeit die Mitte. Diesem zufolge ist, 1.° der Bogen AD > die gerade Linie AD und < AT; 2.° nimmt man bei F die Hälfte des Bogens AD, und zieht BFP, so ergiebt sich aus dem vorhergehenden, dass der Bogen AF oder halb AD ist > AF und < AP. Zieht man nun die Perpendicularlinie CE, welche mit BDT nothwendigerweise parallel ist, aus dem Mittelpunkte auf die Sehne AD; so geht dieselbe durch F, und macht AE=ED, und AEF dem Winkel AHD eben so ähnlich als APF dem Winkel AIH ähnlich ist. Folglich ist AH = 2 AF, AI = 2 AP, wie AD = 2 AE ist. Hieraus ergiebt sich, wie vorstehend, dass AP den Werth zweier aus dem nämlichen Punkte nach A und F geführten Tangenten ausmacht; und dass folglich AI der Werth von vier solchen Tangenten, > der Bogen AD ist; Dieser Bogen ist aber offenbar > 2 AF oder AH : seine Grösse ist folglich zwischen den Grössen von AH und von AI begriffen.

Die nämlichen Folgesätze lassen sich auch auf jede einzelne Theilung des Winkels DAT anwenden.

Anmerkung. Soll dieses Verfahren auf den aus 60 Graden bestehenden Zirkelbogen, dessen Sehne dem Radius des Zirkels gleich ist, angewendet, und das Resultat nach den Eigenschaften des rechtwinkeligen Dreiecks, so wie nach den Eigenschaften desjenigen, bei welchem ein Winkel in zwei gleiche Theile getheilt ist, berechnet

. . . 41042,62.

tenuse $FH = \sqrt{HM^2 + FM^2} =$
$\sqrt{(100000^2) + (58957,38^2)} =$
$\sqrt{13475972656} =$ . . . . . 116086,06.

Therefore CL, which is like CH + HF=. . . . . 157128,68.
and LK, which is like 2 CL=. . . . 314257,36.
which quantity exceeds the circumference given by the calculation only of 98 hundred thousandth of the diameter, which precision is far good enough for practice.

38. Problem. To rectify geometrically one arc of a circle less than the fourth part of the circumference.

Solution of Saurin. Let be AD, *Fig. 71*, an arc to be rectified. Draw the diameter AB, the indefinite tangent AT, the cord AD and the supplementary cord BD, lengthened out to the tangent in T, and making necessarily a right angle with the cord AD; divide in two equal parts the angle DAT by the line AH, to which you shall bring the perpendicular HI; divide after also the angle HAI with the line AK, to which you shall draw the perpendicular KL; continue to divide at will in two equal parts the angle remaining untill to the tangent, and to bring a perpendicular to the line which will make the division : the length of the arc AD will be included between that of the line which will have made the last division, and the part of the tangent included between the origin of the arc and the last perpendicular; in the case of the figure, AD>AK and < AL.

Demonstration. If we draw through D the tangent MN, the angle MDT, as well as its opposite NDB, which has for measure $\frac{BD}{2}$, will be equal to ATD; since this is the complement of DAT, which has for measure $\frac{1}{2}$ AD. Thus TM=MD, and is also=MA, since MA and MD are two tangents drawn from the same point M, and necessarily equal to each other. We may therefore consider the cord AD as the side of an inscribed polygonal sector, and AM+MD or AT as the sum of the two sides of the circumscribed polygonal sector, having a double number of sides; and we know that the circumference, as well as all its parts, are always between those two polygons. Therefore, 1.° the arc AD > the right AD and < AT; 2.° if we take in F the half of the arc AD, and if we draw BFP, it will be proved, by what was said before, that the arc AF or $\frac{1}{2}$ AD is > AF and < AP. Now, if we draw from the center to the cord AD the perpendicular CE, which will necessarily be parallel to BDT, it will pass by F, and will make AE= ED, AFE alike AHD, as APF is alike AIH. Therefore AH = 2 AF, AI = 2 AP, as AD=2 AE. But we will prove as before that AP is worth of two tangents drawn from one same point to A and to F; accordingly AI is the value of four of those tangents, >the arc AD; and that arc is evidently > 2 AF or AH : then its height is included between that of AH and of AI.

The same reasoning may be applied to each of the successive divisions of the angle DAT.

Scholion. If we apply that proceeding to the arc of 60 degrees, whose cord we know to be equal to the radius of the circle, and if we calculate the results by the properties of the rectangular triangle, and of that whose one angle is divided in two equal parts, we see that we may stop at the third division, since by taking the arc AD as mean term between

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

longueurs de AR et de AS, ou aurait pour la circonférence entière 3,1427122, qui n'est trop grande que de 112 cent-millièmes du diamètre.

Toute section faite dans un cylindre par le moyen d'un plan sécant parallèle à l'axe, est un parallélogramme que les praticiens nomment *coupe*. Quand le plan sécant est parallèle à la base, la section est un cercle nécessairement égal à la base elle-même du cylindre. Mais toute section oblique du cylindre est une courbe de la même nature que celle que nous avons déjà considérée (n.° 11), sous le nom d'*ellipse*.

39. Problème. Trouver la courbe qui se forme en coupant un cylindre donné sous une obliquité déterminée, et la trouver telle qu'elle est sur le plan de section lui-même.

Solution. Après avoir exprimé par un plan, *Fig. 67*, le diamètre BD et la circonférence ABED du cylindre donné, et par une ligne bd dans une élévation, *Fig. 68*, l'obliquité de la section proposée, divisez sur le plan, en parties égales ou inégales, dans le rapport que vous voudrez, soit le diamètre, soit la circonférence, et liez ces deux lignes entre elles à chaque division par des perpendiculaires au diamètre, que vous renverrez à l'élévation sur le grand diamètre de la section, lequel sera ainsi divisé proportionnellement à celui du plan. Sur chacune de ses divisions élevez-lui des perpendiculaires indéfinies : quoiqu'elles ne paraissent avoir aucune liaison avec celles de la base, on concevra néanmoins qu'elles leur correspondent, en supposant que la section ait fait un quart de révolution sur son grand diamètre, pour se placer parallèlement à l'élévation. Il n'est donc plus question que de faire chacune de ces dernières perpendiculaires égale à sa correspondante au plan, et de faire passer une courbe par toutes leurs extrémités. Pour faire mieux sentir cette correspondance, on a eu soin de timbrer des mêmes lettres les mêmes choses dans le plan et dans l'élévation.

On voit ainsi que la section oblique du cylindre est une ellipse véritable, puisque les ordonnées au grand axe y sont égales à celles du cercle inscrit.

40. Problème. Sur le développement d'un cylindre tracer une section oblique qui a lieu dans le cylindre lui-même. *Fig. 69.*

Solution. Après avoir partagé la circonférence du plan en parties égales, renvoyé chacune de ces divisions dans l'élévation sur l'expression de l'obliquité de la section, et exprimé les divisions sur le développement par autant de parallèles à l'axe également espacées entre elles, il suffit de marquer sur chacune de ces dernières lignes la hauteur qu'elle a dans l'élévation, et de faire passer une courbe par toutes ses extrémités.

41. Dans la seconde partie de cet ouvrage, nous avons expliqué l'hélice et ses propriétés : ici nous en ferons seulement l'application au tracé de la vis à pressoir que représente la *Fig. 72*.

On nomme *diamètre de la vis* le diamètre même du cylindre A, quand il a été préparé pour faire la vis, et avant le recreusement qui le convertit en vis ; car, après cette façon, il reste un cylindre intérieur de bois réservé, qui est d'un diamètre moindre. Le cordon angulaire qu'on voit tourner autour du

werden, so kann man es bei der dritten Theilung bewenden lassen ; weil wenn man den Bogen AD als Mittelsatz zwischen den Längen von AR und AS annimmt, man zum gänzlichen Umkreise 3,1427122, erhielte, welches bloss um 112 hundert tausend Theile des Durchmessers zu gross ist.

Ein jeder Schnitt, welcher bei einem Cylinder vermittelst eines zertheilenden mit der Axe parallel gehenden Planes vorgenommen wird, bildet ein Parallelogramm, welches in der Praxis Durchschnitt genannt wird. Ist die Fläche, welche den Durchschnitt bewirkt, mit der Basis parallel, so ist der Durchschnitt ein dieser Cylinderbasis nothwendig gleicher Zirkel. Jeder schräge Durchschnitt aber ist eine krumme Linie von der nämlichen Beschaffenheit wie die, welche wir bei N.° 11 unter dem Namen der Ellipse haben kennen lernen.

39. Problem. Wie findet man die krumme Linie welche aus der Durchschneidung eines unter einer bestimmten schrägen Linie gegebenen Cylinders entsteht, und wie zeichnet man sie auf die nämliche Weise wie sie sich auf dem Durchschnittsplane selbst befindet ?

Auflösung. Hat man vermittelst einer Fläche den Durchmesser BD, und den Umkreis ABED des aufgegebenen Cylinders bestimmt, und die schräge Gestalt des Durchschnittes in einem Aufrisse vermittelst der Linie bd bezeichnet, so theile man auf der Fläche, in einem beliebigen Verhältnisse, den Durchmesser oder den Umkreis in gleiche oder ungleiche Theile, und vereinige bei jeder Theilung diese zwei Linien vermittelst anderer mit dem Durchmesser parallel laufenden Linien, welche man im Aufrisse auf dem grossen Sectionsdurchmesser erhält, so dass solchergestalt dieser letzte mit dem Flächendurchmesser verhältnissmässig getheilt seyn wird. Auf jeder von diesen Theilungen richte man unbestimmte Perpendicularlinien auf : und ohnerachtet diese letztern mit den an der Grundfläche befindlichen in keiner Verbindung zu stehen scheinen, so sieht man dennoch ein, dass sie dann mit einander im Verhältnisse stehen, wenn angenommen wird, dass der Durchschnitt auf seinem grossem Durchmesser den vierten Theil der Windung erreicht, und auf diese Weise eine mit dem Aufrisse parallel laufende Stellung angenommen hat. Es kommt folglich bloss nur noch darauf an, dass eine jede von diesen letztern Perpendicularlinien mit der in der Fläche correspondirenden gleich gemacht, und durch ihre sämmtlichen Enden eine krumme Lin e gezogen werde. Um diese Uebereinstimmung so deutlich als möglich zu zeigen, so sind im Plane sowohl als im Aufrisse dieselben Gegenstände mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet worden.

Hieraus ergiebt sich nun, dass der schräge Durchschnitt des Cylinders eine wahre Ellipse um deswillen sey, weil die Ordinaten in der grossen Axe daselbst den Ordinaten des eingeschriebenen Zirkels gleich sind.

40. Problem. Wie wird auf der Vorstellung eines Cylinders ein schräger Durchschnitt gezeichnet, welcher in dem Cylinder selbst Statt hat ? *Fig 69.*

Auflösung. Hat man den Umkreis des Grundrisses in gleiche Theile getheilt, und jede von diesen Theilungen im Aufrisse an der schrägen Gestalt des Durchschnittes bemerkt, so wie auch die Theilungen auf der Zeichnung durch eben so viele mit der Axe parallel laufende und gleichweit von einander abstehende Linien angedeutet, so braucht man bloss auf jeder von diesen letzten Linien die Höhe, welche dieselbe im Aufrisse hat, zu bemerken, und eine krumme Linie durch ihre sämmtlichen Enden zu ziehen.

41. Nachdem wir bereits im zweiten Theile dieses Werkes die Schraubenlinie nebst ihrer Beschaffenheit erklärt haben, so wollen wir hier bloss zeigen, wie dieselbe auf die Zeichnung der Kelterschraube, welche in *Fig. 72* vorgestellt ist, anzuwenden sey.

Schraubendurchmesser heisst der Diameter des Cylinders A dann, wenn derselbe zu der Gestalt einer Schraube zubereitet, und die Aushölung, wodurch er in eine Schraube verwandelt wird, noch nicht geschehen ist. Hat nämlich diese Operation Statt gehabt, so bleibt ein innerer hölzerner Cy-

the lengths of AR and AS, we might have for the whole circumference 3,1427122, which is too great only of 112 hundred thousandth of the diameter.

Any section made in a cylinder by a plan parallel to the axis, is a parallelogram that the practitioners name *cut*. When the secting plan is parallel to the basis, the section is a circle necessarily equal to the basis itself of the cylinder. But every oblique section of the cylinder is a curve of the same kind as that we have considered already (n.° 11) under the name of *ellipsis*.

39. Problem. To find the curve formed by cutting a given cylinder under a determinated obliquity, and to trace it as it is on the plan of section itself.

Solution. After having traced on a plan, *Fig. 67*, the diameter BD and the circumference ABED of the given cylinder, and by a line bd in an elevation, *Fig. 68*, expressed the obliquity of the proposed section, divide on the plan, in equal or unequal parts, in the proportion you choose, either the diameter, either the circumference, and join those two lines between them at each division by lines perpendicular to the diameter, that you will transfer to the elevation on the great diameter of the section, which will be so divided in proportion with that of the plan. On each of its divisions, let fall several indefinite perpendicular lines : though they don't appear to have any connexion with those of the basis, it will be nevertheless understood that they correspond with them in the supposition that the section has made a quarter of revolution in its great diameter, to place itself in parallel with the elevation. There is then no longer want of any thing but to make each of those last perpendicular lines equal to its correspondent in the plan, and to make a curve pass by all their ends. To render this correspondence more sensible, we have taken care of marking with the same letters the same things in the plan and the elevation.

It is seen thus that the oblique section of the cylinder is truly an ellipsis, since the ordinates to the great axis are equal in it to those of the inscribed circle.

40. Problem. To trace in the display of a cylinder an oblique section in the cylinder itself. *Fig. 69.*

Solution. After having divided the circumference of the plan into equal parts, transferred each of those divisions in the elevation, on the expression of the obliquity of the section, and expressed the divisions in the display by as many lines parallel to the axis equally distant of each other, it is sufficient to mark on each of those last lines the height it has in the elevation, and to draw a curve through all its extremities.

41. We have, in the second part of this work, explained what was an *helix* and all its properties : we shall only give here its application to the draught of the spindle of a press as it is represented *Fig. 72*.

We call *diameter of the spindle* the diameter itself of the cylinder A, when it has been prepared to make the spindle, and before it being grooved to come a spindle ; for, after that operation, it remains an interior cylinder of timber reserved, whose diameter is less. The angular string which is seen to

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cylindre réservé s'appelle *filet de la vis*, et la distance d'un point quelconque de filet au même point considéré après une révolution complète, se nomme *pas de la vis*. Le volume B, percé et recreusé intérieurement pour recevoir la vis, s'appelle *écrou*.

Dans la vis exécutée en bois, la coupe du filet doit toujours être un triangle isocèle : mais on varie le rapport de la hauteur à la base dans ce triangle, selon la force de ténacité que l'on connait au bois que l'on emploie, et l'on fait varier d'après la même donnée la profondeur absolue du recreusement ou gorge (1) qui sépare un filet de l'autre, en lui donnant de 1/7 jusqu'à 1/6 du diamètre de la vis.

Après avoir partagé la circonférence de la base en un nombre quelconque de parties égales, et, par ces points de division, mené, dans l'élévation, des parallèles à l'axe, qui représentent des lignes longitudinales tracées sur le volume lui-même, et en partageant la surface en portions égales, on divise aussi *la hauteur de pas* dans le même nombre de parties égales, à partir de l'origine du filet. On porte ensuite successivement, sur chacune des parallèles, 1, 2, 3, 4, 5, &c. parties de la division du pas, et l'on fait passer par tous les points ainsi trouvés une courbe qui est l'élévation de l'arête saillante du filet.

Si l'on veut tracer aussi l'hélice de l'arête intérieure du filet, il faut employer de même le plan du cylindre réservé, tracer les parallèles qui lui sont relatives, et y porter les mêmes divisions de la hauteur de pas, mais en fixant l'origine de cette arête à la moitié de la hauteur du premier pas du filet.

Développement du Cône droit.

En considérant le cône comme une pyramide dont la base a une infinité de côtés, on conçoit que son développement doit se faire de la même manière, et qu'il s'exécuterait même beaucoup plus facilement que celui du cylindre, sans la difficulté que présente toujours l'évaluation de la circonférence du cercle : car, pour développer un cône droit, il suffit de tracer un secteur circulaire dont le rayon soit égal à l'apothème ou côté du cône, et de manière que la longueur de l'arc du secteur soit égale à la circonférence de la base du cône; et, à cet égard, la formule de Fourneau donne beaucoup de facilité, et une exactitude bien suffisante pour la pratique.

42. Problème. Développer la surface d'un cône donné FHI, *Fig. 73*.

Solution. Après avoir prolongé indéfiniment le diamètre FH et lui avoir mené la perpendiculaire indéfinie kI, prenez FH pour rayon, et décrivez le demi-cercle e H f, et coupez-le par le demi-cercle g d *g*, décrit du même rayon que la base du cône ; par les intersections, menez e h et f i ; et des points h, i, comme centres, décrivez les arcs ek et f I; alors portez de H en j l'apothème H I du cône; décrivez l'arc a H b, et menez les rayons j a, j b : le secteur j a H b, dont l'arc se trouve ainsi inscrit dans la formule e f k I, sera le développement de la surface latérale du cône proposé; car tout arc ayant son centre sur la perpendiculaire H j, et terminé de part et d'autre aux arcs e k, f I, est sensiblement égal en longueur à la droite k I, qui l'est elle-même à la circonférence dont le diamètre est FH.

(1) Les ouvriers disent *écuelle*.

linder zurück, dessen Durchmesser kleiner ist. Der eckige Rand im innern Cylinder heisst die Kante, und der Abstand von einer Windung zur andern, der Schritt, *[pas de la vis]*. Schraubenmutter heisst der im innern ausgebohrte Körper B, in welchen die Schraube eingelassen wird.

Bei der hölzernen Schraube muss der Ausschnitt des innern Randes jederzeit ein gleichschenkeliges Dreieck bilden ; bei welchem sich aber dass Verhältniss der Höhe zur Grundfläche nach der Zähheit des dazu anzuwendenden Holzes richtet; nach denselben Grundsätzen wird auch die Tiefe der Hölung (1) wodurch ein Rand von dem andern getrennt wird, bestimmt; sie erhält gewöhnlich ein Siebentel oder ein Sechstel des Schraubendurchmessers.

Hat man den Umkreis der Grundfläche in eine beliebige Anzahl gleicher Theile getheilt, und durch diese Theilungspunkte die mit der Axe parallel laufenden Linien, welche der Länge nach auf dem Körper selbst gezeichnet sind, und die Oberfläche desselben in gleiche Theile theilen, im Aufrisse gezogen, und den Abstand von einer Windung zur andern, vom Anfange des Randes an gerechnet, in die nämliche Anzahl gleicher Theile getheilt ; so trägt man auf jede Parallellinie nach und nach die aus der Theilung der Abstände resultirenden Theile 1, 2, 3, 4, 5, u. s. w, und zieht durch sämmtliche auf diese Weise gefundene Punkte eine krumme Linie, welche der Aufriss zu der hervorspringenden Kante des Randes ist.

Soll die Schraubenlinie der innern Kante ebenfalls gezeichnet werden, so muss wiederum der Grundriss des innern Cylinders angewendet, die darauf Bezug habenden Parallellinien gezeichnet, und die nämlichen Theilungen der Abstands-oder Schritthöhe bemerkt werden ; jedoch wird der Anfang dieser innern Kante in die Mitte der ersten Schritthöhe gesetzt.

Darstellung des geraden Kegels.

Betrachtet man den Kegel als eine Pyramide, deren Grundfläche aus unendlich vielen Seiten besteht, so leidet es keinen Zweifel, dass die Darstellung desselben auf dieselbe Weise und selbst noch leichter als beim Cylinder Statt haben wird : auch stösst man hierbei nicht auf die Schwierigkeiten, welche bei der Berechnung des Zirkelumkreises jederzeit vorhanden sind. Soll nämlich ein gerader Kegel beschrieben werden, so braucht man bloss einen zirkelrunden Ausschnitt, dessen Radius dem Apothem oder der Seite des Kegels gleich ist, dergestalt zu zeichnen, dass die Länge des ausgeschnittenen Bogens dem Umkreis der Kegelgrundfläche gleich ist. Hierbei leistet die von Fourneau zu diesem Behufe aufgestellte Formel nicht nur sehr wesentliche Dienste, sondern sie ist auch, ihrer Genauigkeit wegen, für praktische Berechnungen vollkommen hinreichend.

42. Problem. Wie wird die Seitenfläche eines in *Fig. 73* aufgegebenen Kegels F H I beschrieben?

Auflösung. Hat man den Durchmesser FH auf eine unbestimmte Weise verlängert, und die unbestimmte Perpendicularlinie k I zu selbigen geführt, so nehme man FH zum Radius, und beschreibe den Halbzirkel e Hf, welchen man vermittelst des aus dem nämlichen Radius gezogenen Halbzirkels g d *g* durchschneidet ; führe sodann durch die Durchschnitte die Linien e h und f i, und beschreibe aus den Mittelpunkten h, i, die Bogen e k und f I; trage hierauf das Apothem H I des Kegels von H nach j; beschreibe den Bogen a H b, und ziehe die Radii j a, j b; worauf sodann der Ausschnitt j a H b, dessen Bogen sich solchergestalt in der Formel e f k I eingeschrieben befindet, die Seitenfläche des aufgegebenen Kegels darstellen wird. Da nämlich jeder Bogen seinen Mittelpunkt auf der Perpendicularlinie H j hat, und auf beiden Seiten bei den Bogen e k, f I geschlossen ist, so stimmt er der Länge nach mit der geraden Linie k I überein, welche letztere ihrerseits mit dem Umkreise, dessen Durchmesser FH ist, übereinstimmt.

(1) Die Arbeiter nennen diesen Theil *Ecuelle*.

turn round that cylinder reserved is called *the thread of the screw*, and the distance from a point whatever of the thread to the same point considered after a complete revolution, is called *the pace of the screw*. The volume B, pierced through and grooved at the internal part to receive the screw, is called *the nut*.

In the wooden screw, the section of the thread ought always to be an isoscele triangle : but they change the relation of the height to the basis in that triangle, according to the force of tenacity that the wood used is known to possess ; and, according to the same property, the absolute depth of the groove (1) which separates one thread from the other is calculated ; it may be from one seventh to one sixth of the diameter of the screw.

When we have divided the circumference of the basis in a number whatever of equal parts, and drawn by those points of division, in the elevation, lines parallel to the axis, which represent longitudinal lines, traced on the volume itself, and dividing the surface into equal parts, we divide also the *height of the pace* into the same number of equal parts beginning with the origin of the thread. We transfer after that, on each of the parallels, 1, 2, 3, 4, 5, &c. parts of the division of the pace, and we make pass by all the points thus found out, a curve which is the elevation of the jutting out edge of the thread.

If we wish to trace also the *helix* of the internal edge of the thread, we must use also the plan of the reserved cylinder, trace the parallels relative to it, and transfer to them the same divisions of the height of the pace, but with marking the origin of that edge to half the height of the first pace of the thread.

Displaying of the right Cone.

If we consider the cone as a pyramid whose basis has an infinite number of sides, we conceive that its display ought to be made on the same manner, and would even be made much more easily than that of a cylinder, if it was not the difficulty accompanying always the evaluation of the circumference of a circle : for, to display a right cone, it is sufficient to trace a circular sector whose radius may be equal to the apothem or side of the cone, and so that the length of the arc of the sector may be equal to the circumference of the basis of the cone ; and, on that account, Fourneau's formula gives great facilities and a degree of exactness sufficient enough for practice.

42. Problem. To display the surface of a cone given FHI, *Fig. 73*.

Solution. After having indefinitely lengthened the diameter FH and brought to it the indefinite perpendicular kI, take FH as a radius, and describe the half circle e H f, and cut it by the half circle g d *g* described with the same radius as the basis of the cone ; by the intersections, draw e h and f i, and from the points h, i, as centers, describe the arcs e k and f I; then transfer from H to j the apothem HI of the cone; describe the arc a H b, and draw the rays j a, j b : the sector j a H b, whose arc is thus inscribed in the formula e f k I, will be the display of the lateral surface of the proposed cone; for every arc having its center on the perpendicular H j, and ending on each part at the arcs e k, f I, is apparently equal in length to the right line k I, which is itself so to the circumference whose diameter is FH.

(1) Workmen call it *écuelle*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Scholie. La même formule, c'est-à-dire la *Fig.* efkl, procurerait le développement de tous les cônes qui auraient la même base, de quelque hauteur qu'ils fussent d'ailleurs : il suffirait de porter leur apothème de H en j' sur la perpendiculaire H d j, et de prendre ce point j' pour centre d'un arc qui passerait en H, et qui serait compris entre e k et f l.

43. Les sections du cône ont des formes beaucoup plus variées que celles du cylindre. 1.° Celle qui est faite par un plan parallèle à la base, est évidemment un cercle. 2.° Depuis le parallélisme jusqu'au degré d'obliquité que l'apothème a par rapport à la base, le plan qui coupe les deux apothèmes opposés du cône, produit une section rentrante et fermée comme le cercle, mais allongée proportionnellement au degré d'obliquité, et que nous verrons bientôt être une ellipse : telle est celle dont on voit l'obliquité en J K, *Fig. 75.* 3.° Si le plan sécant est parallèle à l'un des côtés du cône, comme L G, ne pouvant couper que l'un de ces côtés, il produit une courbe qui ne peut point être rentrante, et dont les deux branches se prolongent à l'infini, tendant toujours de plus en plus au parallélisme, sans pouvoir l'atteindre : on la nomme *parabole.* 4.° Passé ce degré d'obliquité, le plan sécant produit une section de plus en plus ouverte, tant qu'il n'est point parvenu à être tangent à la surface du cône. Les deux branches de la courbe s'éloignent de plus en plus du parallélisme, sans cependant pouvoir jamais parvenir à faire entre elles un angle d'une certaine grandeur. On nomme cette courbe *hyperbole*, et, dans la série des hyperboles possibles, on doit surtout remarquer celles que produit un plan parallèle à l'axe, comme MN, et parmi lesquelles se trouve un triangle, cinquième sorte de section, qui a lieu lorsque le plan sécant passe par l'axe du cône. Le tout sans y comprendre, 5.° le point, dernier terme de toutes les séries des courbes rentrantes, et 6.° la ligne droite, dernier terme de toutes les séries des courbes indéfinies, qui ont lieu l'un et l'autre lorsque le plan sécant passe par le sommet du cône, sans pénétrer dans l'intérieur.

Ainsi cette *Fig. 75* présente les élévations des trois familles de sections courbes du cône. Pour en former le plan, il suffit de diviser la circonférence A B D E en un certain nombre de parties égales; d'y mener par ces divisions autant de rayons, qu'on renverra à l'élévation, pour pouvoir y tracer autant d'apothèmes que l'on a fait de divisions. Comme la ligne qui, dans l'élévation, représente la section de chaque courbe, coupe un certain nombre de ces apothèmes, il faut renvoyer ces intersections au plan, chacune sur le rayon auquel elle appartient. Ces points donneront sur le plan la figure respective de chacune des sections G L, J K et M N, en les joignant par une courbe continue. On voit par l'effet de cette projection que la parabole se trouve très-élargie au plan, que l'ellipse y est très-raccourcie, et que, dans cet exemple, l'hyperbole ne donnerait qu'une ligne droite. Ce serait aussi une courbe, si le plan sécant n'était pas parallèle à l'axe du cône.

44. Problème. Tracer les trois sections coniques *Fig. 75, 76* et *77.*

Solution. J K, G L, M N, *Fig. 75*, étant les

Anmerkung. Aus derselben Formel, nämlich aus der *Fig.* efkl, ergäbe sich auch die Darstellung derjenigen Kegel, welche die nämliche Grundfläche hätten, wäre übrigens auch die Höhe derselben noch so verschieden : man hätte diesfalls bloss ihr Apothem von H nach j' auf die Perpendicularlinie H d j zu tragen, und diesen Punkt j' zum Mittelpunkte eines Bogens zu nehmen, welcher durch H gienge, und zwischen e k und f l begriffen wäre.

43. Die Kegeldurchschnitte sind weit verschiedenartiger gestaltet als die Cylinderdurchschnitte. 1.° Hat ein solcher Durchschnitt vermittelst eine mit der Basis parallel laufenden Grundrisses Statt gehabt, so ist derselbe offenbar ein Zirkel. 2.° Von der parallelen Richtung an bis zu dem Grade der Schräge, den das Apothem im Verhältnisse zur Grundfläche hat, beschreibt die Fläche, welche die zwei entgegengesetzten Apotheme des Kegels durchschneidet, einen eingehenden und gleich einem Zirkel geschlossenen Durchschnitt, welcher aber im Verhältniss zu dem Grade der Schräge eine längliche Gestalt bildet, und wie wir bald sehen werden, eine Ellipse beschreibt. Von dieser Beschaffenheit ist derjenige Durchschnitt, dessen schräge Gestalt wir bei J K in *Fig. 75* sehen. 3.° Ist die durchschneidende Fläche mit einer von den Kegelseiten parallel, wie z. B. L G, so bildet dieselbe, weil sie bloss eine von diesen Seiten durchschneiden kann, eine krumme Linie, welche niemals eingehend ist, und deren beide Enden, welche sich ins unendliche fortverlängern, die parallelle Richtung unaufhörlich anzunehmen suchen, ohne solche je erlangen zu können : man nennt diese Linie *Parabel.* 4.° Ueber diesen Grad der Schräge hinaus, bildet die durchschneidende Fläche, einen immer mehr offenen Durchschnitt, und zwar so lange als dieselbe die Seite des Kegels noch nicht berührt hat. Die beiden Enden der krummen Linie entfernen sich immer mehr und mehr von der parallelen Richtung, ohne je unter einander einen Winkel von einer gewissen Grösse bilden zu können. Diese krumme Linie wird *Hyperbel* genennt : wobei man unter den möglichen Hyperbeln vorzüglich diejenigen zu bemerken hat, welche eine mit der Axe parallel laufende Fläche hervorbringt, wie z. B. M N; und unter denen sich ein Dreieck, als fünfte Art von Durchschnitt befindet, welches dann entsteht, wenn die durchschneidende Fläche durch die Axe des Kegels geht. Hierbei ist 5.° weder der Punkt als letztes Glied von allen Arten eingehender krummen Linien, noch 6.° die gerade Linie begriffen, welche das letzte Glied von allen Arten unbestimmter krummen Linien ist, und welche beide dann Statt haben, wenn die durchschneidende Fläche durch die Spitze des Kegels geht, ohne in das Innere einzudringen.

Diese *Fig. 75* zeigt diesem zufolge die Aufrisse von drei Gattungen krummer Kegeldurchschnitte. Bei der Darstellung des Planes braucht man bloss den Umkreis A B D E in eine gewisse Anzahl gleicher Theile zu theilen, und durch diese Theilungen eben so viel Radii dahin zu führen, welche in den Aufriss kommen, damit man daselbst eben so viel Apotheme zeichnen kann, als Theilungen Statt gehabt haben. Da die Linie welche im Aufrisse den Durchschnitt einer jeden krummen Linie vorstellt, eine gewisse Anzahl von diesen Apothemen durchschneidet, so muss im Grundrisse eine jede von diesen Durchschneidungen auf dem Radius zu welchem sie gehört, geführt werden. Diese Punkte geben auf dem Plane die resp. Figur von einem jeden der Durchschnitte G L, J K und M N, welche man durch eine fortgesetzte krumme Linie vereinigt. Wir sehen aus dieser Darstellung, dass die Parabel im Grundrisse sehr erweitert, die Ellipse aber in diesem Exempel sehr zusammengezogen und die Hyperbel in eine gerade Linie verwandelt worden ist. Wäre der zertheilende Plan nicht mit der Axe des Kegels parallel, so wäre diese letzte ebenfalls eine krumme Linie.

44. Problem. Wie werden die in den *Fig. 75, 76* und *77* enthaltenen drei conischen Durchschnitte gezeichnet ?

Auflösung. Da J K, G L, M N, *Fig. 75*, die

Scholion. The same formula, that is to say the *Fig.* efkl, would give the display of every cone having the same basis, whatever may be its height : it would be sufficient to bring its apothem from H to j' on the perpendicular H d j, and to take that point j' as the center of an arc which would pass through H, and would be comprehended between e k and f l.

43. The sections of the cone have forms much more varied than those of the cylinder. 1.° The form resulting of a plan parallel to the basis is evidently a circle. 2.° From the parallelism to the degree of obliquity of the apothem with regard to the basis, the plan which cuts the two opposite apothems of the cone, produces a section returning in own's rise and shut up as the circle, but lengthened in proportion with the degree of obliquity, and which we will soon perceive to be an *ellipsis :* such is the one whose obliquity is seen in J K, *Fig. 75.* 3.° If the secant plan is parallel to one of the sides of the cone, as L G, being able to cut but one of those sides, it produces a curve which cannot be turning back, and whose two branches are indefinitely lengthened, always driving towards the parallelism without being able to acquire it : it is called *parabola.* 4.° After that degree of obliquity, the secant plan produces a section more and more open, as long as it is not come to be a tangent to the surface of the cone. The two branches of the curve remove farther and farther from the parallelism, without ever making between them an angle of a certain size. That curve is called *hyperbola*, and, in the series of the hyperbolas possible, we must particularly remark that produced by a plan parallel to the axis, as M N, and between which is found a triangle, the fifth kind of section, which happens when the secant plan passes through the axis of the cone. All that without including in it, 5.° the point last term of all series of rentrant curves; 6.° the straight line last term of all series of indefinite curves, which both happen when the secant plan passes through the summit of the cone without penetrating into it.

Thus that *Fig. 75* presents the elevation of the three orders of curved sections of the cone. To form the plan, it is sufficient to divide the circumference A B D E into a certain number of equal parts; to draw from those divisions as many radii, which will be transferred to the elevation, in order to be able to trace on it as many apothems as there are divisions. As the line which, in the elevation, represents the section of each curve, divides a certain number of these apothems, we must transfer those intersections to the plan, each in the radius to which it belongs. These points will give in the plan the shape of each of the sections G L, J K and M N, joining them by a continued curve. It is seen, by the effect of that projection, that the parabola is much wider in the plan, that the ellipsis is there shorter, and that the hyperbola is there changed into a straight line. It would be also a curve, were not the secant plan parallel to the axis of the cone.

44. Problem. To trace the three conical sections, *Fig. 75, 76* and *77.*

Solution. J K, G L, M N, *Fig. 75*, being the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

axes réels de ces trois sections, on a placé G' L' sur le prolongement de B A au plan, *Fig. 76*, pour la parabole ; M' N' parallèlement à l'axe, au plan d'élévation, *Fig. 77*, pour l'hyperbole : J K a été laissé en place pour l'ellipse, *Fig. 75*. Les points M *n o* N, L *t u v x* G, J *a b c d e f g h i j* K, *Fig. 75*, où les apothèmes du cône sont coupés par les traces d'obliquité des sections, étant considérés comme des hauteurs déterminées respectivement sur chacun des axes, ont été transportés sur ceux des axes qui ont éprouvé la transposition ; et par chacun d'eux on a mené à chaque axe des perpendiculaires indéfinies : et, d'un autre côté, les points où les divers rayons du plan, *Fig. 74*, sont coupés par le plan de chaque section, étant considérés par rapport au diamètre A B, comme les distances horizontales des divers points de chaque courbe à son axe, ont été renvoyés respectivement chacun sur la perpendiculaire qui représente la hauteur du même point. On a eu ainsi pour chaque section autant de points qu'on a voulu, au moyen desquels on a décrit ces courbes sous la forme naturelle qu'elles ont dans le plan sécant lui-même.

Observation. Par ce tracé, qui, n'étant qu'une suite de projections, porte l'évidence avec lui-même, on peut juger dans quelle erreur peuvent induire plusieurs auteurs qui, pour tracer l'ellipse qui résulte de la section du cône, prescrivent d'employer la projection horizontale de son grand axe J K comme étant le petit axe de cette ellipse.

Si, par le milieu *k* de la trace oblique et elliptique J K, on mène l'horizontale *y y'*, trace d'une section circulaire *y z y'* dans le cône, et qu'on élève la perpendiculaire *k z*, cette ligne, intersection réciproque du plan de la section circulaire par celui de la section elliptique, sera une ordonnée commune au cercle et à l'ellipse qui s'y coupent ; et comme elle passe par le centre de l'ellipse, elle est évidemment le petit demi-axe, comme *k* J en est le demi grand axe ; et il n'est pas moins évident que cette ligne *k z* peut être extrêmement différente de la retombée de K J.

45. Problème. Tracer les trois sections sur le développement du cône, *Fig. 78*.

Solution. Ayant placé sur le développement en lignes rayonnantes tous les apothèmes qui ont été tracés soit au plan, soit à l'élévation, prenez, *Fig. 75*, la distance du sommet I à chaque point où l'un des apothèmes y est coupé par la trace d'une des sections ; mais, au lieu de la prendre sur cet apothème lui-même, qui, dans la *Fig. 75*, n'est qu'une projection verticale de l'apothème réel, supposez que, par un mouvement de révolution sur l'axe du cône, cet apothème s'est placé sur I F ou I H, et que les points dont il est question, par un mouvement circulaire horizontal, se sont placés en *l, m ; p, q, r, s ; a, b, c, d, e*, &c., et portez cette distance, *Fig. 78*, du point i sur le même apothème. En faisant la même chose pour chacun des apothèmes de la *Fig. 75*, et redoublant chacun de ces transports, parce que cette figure ne montre que la moitié de la face du cône, qui est représentée dans son entier, *Fig. 78*, vous aurez trois suites de points, par chacune desquelles vous menerez une courbe, qui paraîtra fort irrégulière sur le développement, mais qui aura sa forme naturelle et la réalité d'une figure plane, quand la surface développée aura été repliée de manière à reprendre elle-même la forme conique à laquelle elle appartient.

wahren Axen zu diesen drei Durchschnitten sind, so ist im Plane *Fig. 76*, G' L', für die Parabel, auf die Verlängerung von B A gebracht worden ; M' N steht für die Hyperbel im Aufrissplane *Fig. 77* parallel mit der Axe, und J K ist für die Ellipse in *Fig. 75* an seinem Platze geblieben. Die Punkte M *n o* N, L *t u v x* G, J *a b c d e f g h i j* K, *Fig. 75*, bei denen die Apotheme des Kegels durch die schrägen Linien durchschnitten sind, werden auf jeder resp. Axe als bestimmte Höhen betrachtet, und sind auf diejenigen Axen übergetragen worden, bei denen die Uebertragung Statt gehabt hat ; durch jeden dieser Punkte sind ferner unbestimmte Perpendicularlinien zu jeder Axe geführt worden. Von der andern Seite sind diejenigen Punkte bei denen die verschiedenen Radii des Planes in *Fig. 74* vermittelst eines jeden Durchschnittplans durchschnitten sind, und welche im Bezug auf den Durchmesser A B als die horizontalen Abstände betrachtet werden, welche die verschiedenen Punkte einer jeden krummen Linie bis zur Axe derselben haben ; diese gedachten Punkte sind auf jede respective Perpendicularlinie, welche die Höhe des nämlichen Punktes vorstellt, getragen worden. Auf diese Weise erhält man für jeden Durchschnitt die gewünschte Anzahl Punkte, vermittelst deren man diese krummen Linien unter der natürlichen Form beschreibt, welche sie in den durchschneidenden Plane selbst haben.

Anmerkung. Diese Darstellung, welche wegen ihrer Einfachheit das Gepräge der Wahrheit an sich trägt, zeigt uns, in welchen Irrthum man gerathen kann, wenn man denjenigen Schriftstellern folgt, welche lehren, dass man zur Zeichnung der aus dem Durchschnitte des Kegels sich ergebenden Ellipse die horizontale Darstellung der grossen Axe J K, als welche die kleine Axe dieser Ellipse sey, anwenden müsse.

Führt man durch die Mitte *k* der schrägen und elliptischen Linie J K, die horizontale Linie *y y'*, welche die Vorstellung eines zirkelrunden Durchschnitts *y z y'* ist, und richtet ferner die Perpendicularlinie *k z* auf, so wird diese Linie, vermittelst welcher der Plan des zirkelrunden Durchschnitts, so wie der Plan des elliptischen Durchschnitts gegenseitig durchschnitten worden, eine dem Zirkel und der Ellipse, welche beide sich daselbst durchschneiden, gemeinschaftliche Ordinate seyn : und da dieselbe durch den Mittelpunkt der Ellipse geht, so ist solche offenbar die kleine halbe Axe, so wie *k* J die grosse halbe Axe derselben ist : auch bedarf es ferner keines Beweises, dass diese Linie *k z* von der Linie K J ausserordentlich verschieden seyn kann.

45. Problem. Wie werden die drei Durchschnitte auf der Darstellung des Kegels in *Fig. 78* gezeichnet ?

Auflösung. Nachdem man die sämmtlichen, sowohl auf dem Plane als auf dem Aufrisse gezeichneten Apotheme in strahlenförmigen Linien auf die Darstellung gebracht hat, so nehme man in *Fig. 75* den Abstand der Höhe I bei jedem Punkte, wo eine von den Durchschnittslinien ein Apothem durchschnitten hat ; anstatt diesen Abstand aber auf dem Apotheme selbst zu nehmen, welches in *Fig. 75* die verticale Vorstellung des wahren Apothems ist, so nehme man an als ob dieses Apothem vermittelst einer Bewegung auf der Kegelaxe seinen Platz auf I F oder I H genommen, und die fraglichen Punkte vermittelst einer zirkelrunden horizontalen Bewegung ihre Stellen in *l, m ; p, q, r, s ; a, b, c, d, e*, u. s. w. eingenommen haben ; diesen Abstand in *Fig. 78* trage man aus dem Punkte i auf das nämliche Apothem. Beobachtet man dieselbe Verfahrungsweise bei einem jedem in *Fig. 75* enthaltenen Apotheme, und verdoppelt zugleich eine jede von diesen Uebertragungen, welches deshalb geschehen muss, weil diese Figur bloss die Hälfte des Kegels zeigt, dessen völlige Gestalt in *Fig. 78* vorgestellt ist, so erhält man drei Abtheilungen von Punkten, bei denen man durch jede derselben eine krumme Linie zieht, welche auf der Zeichnung sich zwar in sehr unregelmässiger Gestalt darstellt, die aber ihre natürliche Form und die wahre Beschaffenheit einer

real axis of those three sections, we have placed G' L' on the prolonging of B A in the plan, *Fig. 76*, for the parabola ; M' N' parallel to the axis, in the plan of elevation, *Fig. 77*, for the hyperbola : J K has been left in its place for the ellipsis, *Fig. 75*. The points M *n o* N, L *t u v x* G, J *a b c d e f g h i j* K, *Fig. 75*, in which the apothems of the cone are cut by the lines of obliquity of the sections, being considered as heights determined on each of the axis, have been transferred on those of the axis which have experienced a transposition ; and through each of them indefinite perpendiculars have been brought to each of the axis : and, on the other side, the points where the various radii of the plan, *Fig. 74*, are cut by the plan of each section, being considered, with regard to the diameter A B, as the horizontal distances of the various points of each curve from its axis, have been transferred each on the perpendicular representing the height of the same point. We have had thus for each section as many points as we wished for, and with which we described those curves under their natural form in the secant plan itself.

Observation. We may judge, by this draught, which, being nothing else but a succession of projections, is quite evident in itself, to what error can lead some authors who prescribe, to trace the ellipsis resulting from the section of a cone, to use the horizontal projection of its great axis J K as being the small axis of that ellipsis.

If, by the middle *k* of the oblique and elliptic line J K, we draw the horizontal line *y y'*, the trace of a circular section *y z y'* in the cone, and if we let fall the perpendicular *k z*, that line, the reciprocal intersection of the plan of the circular section by that of the elliptic section, will be an *ordinate*, common to the circle as well as to the ellipsis, which intersect each another at that point ; and as it passes through the center of the ellipsis, it is evidently the small half axis, as *k* J is the half great axis of it ; and it is not less evident that this line *k z* may be extremely different from the projection of K J.

45. Problem. To trace the three sections on the display of the cone, *Fig. 78*.

Solution. Having placed on the display in radiant lines all the apothems traced either in the plan or in the elevation, take, *Fig. 75*, the distance from the summit I to each point where one of the apothems intersects with the trace of one of the sections ; but, instead of taking it on the apothem itself, which, in the *Fig. 75*, is but a vertical projection of the real apothem, suppose that, by a movement of revolution on the axis of the cone, that apothem has placed itself on I F or I H, and that the points mentioned, by an horizontal circular motion, have placed themselves in *l, m ; p, q, r, s ; a, b, c, d, e*, &c., and bring that distance, *Fig. 78*, from the point i on the same apothem. In doing the same for each of the apothems of the *Fig. 75*, and doubling each of those transferrings, because that figure shows but half the face of the cone, the whole of which is represented in *Fig. 78*, you will have three successions of points, for each of which you must draw a curve which appears very irregular in the display, but which will have its natural form and the reality of a plane figure, when the displayed surface will have been folded so as to take again itself the conical form to which it belongs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Corollaire. On voit sans peine que le même procédé peut être employé littéralement pour tracer les sections coniques sur le cône lui-même.

46. Les géomètres ont appelé *spirale logarithmique* celles dont les rayons sont en progression géométrique, tandis que leurs distances angulaires sont en proportion arithmétique; parce que les distances angulaires peuvent être regardées comme les logarithmes des rayons. C'est celle qui forme la retombée de l'hélice formée sur un cône par une ligne qui conserverait constamment la même inclinaison par rapport à la direction de l'axe du cône : c'est donc la seule qui ait de l'analogie avec l'hélice que l'on applique au cylindre.

1.° La *Fig. 79* présente une spirale logarithmique tracée sur le plan de la base d'un cône. Après avoir divisé la circonférence en un nombre quelconque de parties égales, et mené par chaque division les rayons CA, CD, CE, CF, &c. au point H, origine de la courbe, on fait un angle CHa, plus ou moins grand, selon qu'on veut que la courbe fasse plus ou moins de révolutions pour arriver à une certaine distance du centre. La ligne HKa, par son intersection avec le rayon voisin CI, donne en a, un point de passage de la courbe. On a un second point b de la courbe sur le troisième rayon CA, en faisant l'angle Cab égal à CHa; et l'on en trouve ainsi autant que l'on veut sur les rayons qui se présentent successivement.

Tous les triangles CHa, Cab, Cbc, &c., ayant tous un angle égal en C, et un autre fait égal dans chacun H, a, b, c, d, &c., sont semblables, et ont par conséquent leurs côtés homologues proportionnels; en sorte que CH:Ca::Ca:Cb::Cb:Cc::Cc:Cd, &c.: d'où il résulte évidemment que les diminutions des rayons placés à des distances angulaires égales sont en progression géométrique.

2.° Pour former l'élévation de cette courbe, il suffit de renvoyer sur la ligne de trave *A, I, H, G, B, Fig. 80,* chacune des divisions de la circonférence, d'y tracer par ce moyen les apothèmes *SA, SI, SH, SG, SB,* correspondans aux rayons du plan, et de renvoyer sur chacun de ces apothèmes, par des parallèles à l'axe en a, b, f, g, h, &c., tous les points a, b, &c. où le rayon correspondant se trouve coupé par la courbe en plan.

3.° Pour tracer la même courbe sur le développement du cône, *Fig. 81,* il faut d'abord y placer les mêmes lignes d'apothème qui sont déjà au plan et à l'élévation; ensuite mener les horizontales C′a, C″b, &c. par les points où les apothèmes de l'élévation sont coupés par la courbe, et transporter ensuite au développement de *S* en a, b, c, &c., les distances *Sa, Sb,* &c.

4.° Si l'on voulait tracer la même courbe sur le cône lui-même, il est sensible qu'il faudrait opérer absolument comme sur le développement.

Développement de la Sphère.

47. La sphère ne pouvant être touchée qu'en un seul point, soit par un plan, soit même par une ligne droite, se refuse entièrement à un développement rigoureux; et cependant on a quelquefois des voûtes sphériques à exécuter en charpente : on est alors réduit à faire le développement de la surface sphé-

flachen Figur dann erhält, wenn die dargestellte Seite dergestalt umgebogen seyn wird, dass selbige die conische Gestalt, zu der sie gehört, selbst annimmt.

Anmerkung. Man wird sich leicht überzeugen, dass die nämliche Verfahrungsweise buchstäblich auch dann angewendet werden könne, wenn die conischen Durchschnitte auf dem Kegel selbst gezeichnet werden sollen.

46. In der Geometrie nennt man logarithmische Spirallinien diejenigen Linien, deren Radii sich in geometrischer Progression befinden, während ihre eckigen Abstände die arithmetische Proportion befolgen, welches deswegen geschieht, weil die eckigen Abstände als Logarithmen der Radii können angesehen werden. Von dieser Beschaffenheit ist die auf einem Kegel gezeichnete Schraubenlinie, wobei die Linie wodurch die Zeichnung geschieht, jederzeit die nämliche Neigung in Bezug auf die Richtung der Kegelaxe beibehalten würde: sie ist folglich die einzige welche mit der auf den Cylinder angewendeten Schraubenlinie Aehnlichkeit hat.

1.° Die *Fig. 79* zeigt eine logarithmische Spirallinie auf der Grundfläche eines Kegels. Hat man den Umkreis in beliebige Anzahl gleicher Theile getheilt, und durch jede Theilung die Radii CA, CD, CE, CF, u. s. w., gezogen, so beschreibt man bei dem Punkte H, welches der Anfang der krummen Linie ist, einen Winkel CHa, den man mehr oder minder gross macht, je nachdem die krumme Linie, um zu einer gewissen Entfernung vom Mittelpunkt zu gelangen, mehr oder weniger Windungen beschreiben soll; die Linie HKa giebt in a, wo sie sich mit dem nächsten Radius CI durchschneidet, einen Punkt, durch welchen die krumme Linie geht. Einen zweiten Punkt b erhält man für die krumme Linie an dem dritten Radius CA, dadurch, dass man den Winkel Cab mit CHa gleich macht; auf diese Weise erhält man deren in beliebiger Anzahl an den darauf folgenden Radiis.

Die sämmtlichen Dreiecke CHa, Cab, Cbc, u. s. w., haben nicht nur einen in C gleichen Winkel, sondern auch noch einen andern, welcher bei jedem in H, a, b, c, d, u. s. w., gleich gemacht ist; sie sind sonach ähnlich, und ihre gleichförmigen Seiten haben folglich einerlei Verhältniss; so dass CH : Ca : : Ca : Cb : : Cb : Cc : : Cc : Cd, u. s. w. : hieraus ergiebt sich denn, dass die Verminderungen der Radii, welche an eckigen und gleichen Stellen stehen, sich auf eine unverkennbare Weise in geometrischer Progression befinden;

2.° Soll der Aufriss dieser krummen Linie beschrieben werden, so braucht man bloss die einzelnen Theilungen des Umkreises auf die Abstandslinie *A, I, H, G, B, Fig. 80* zu tragen, und daselbst die Apotheme *SA, SI, SH, SG, SB,* mit den Radiis des Planes übereinstimmend zu zeichnen, so wie ferner die sämmtlichen Punkte a, b, wo der zutreffende Radius von der krummen Linie durchschnitten wird, durch Parallellinien mit der Axe auf jedes einzelne Apothem in a, b, f, g, h, u. s. w, zu führen;

3.° Soll die nämliche krumme Linie auf der Darstellung des Kegels *Fig. 81* gezeichnet werden, so muss man daselbst zuvörderst die nämlichen im Plane und Aufrisse enthaltenen Apothemlinien bemerken; hierauf die horizontalen Linien C′a, C″b, u. s. w., durch die Punkte führen, wo die Apotheme des Aufrisses von der krummen Linie durchschnitten werden, und sodann in der ausgeführten Vorstellung die Abstände *Sa, Sb,* u. s. w., von *S* nach a, b, c, u. s. w., führen;

4.° Wollte man die nämliche krumme Linie auf dem Kegel selbst zeichnen, so begreift man leicht dass die Verfahrungsweise so beschaffen seyn müsste wie in der ausgeführten Darstellung.

Darstellung der Sphäre.

47. Da die Sphäre, einen einzigen Punkt ausgenommen, sich weder durch einen Plan, noch selbst durch eine gerade Linie behandeln lässt; so kann eine ausführliche Darstellung im strengen Sinne mit selbiger nicht unternommen werden : da aber dennoch bisweilen Kugelgewölbe aus Holzwerk erbaut

Corollary. It is easy to see that the same proceeding may be literally used to trace the conical sections on the cone itself.

46. Geometers have called logarithmic spiral those whose radii are in a geometrical progression, while their angular distances are in an arithmetical proportion; because the angular distances may be considered as the logarithms of the radii. It is the one which forms the horizontal projection of the helix formed on a cone by a line which would constantly keep the same declivity with regard to the direction of the axis of the cone: it is then the only one which has an analogy with the spiral lines applied to the cylinder.

1.° The *Fig. 79* presents a logarithmic spiral traced on the plan of the basis of a cone. After having divided the circumference into a number of equal parts, and drawn by each division the radii CA, CD, CE, CF, &c., we make at the point H, the origin of the curve, the angle CHa, greater or less, according to the greater or less number of revolutions that we wish the curve to do to arrive to a certain distance from the center. The line HKa, by its intersection with the neighbouring radius CI, gives in a, a point of passage of the curve. We have a second point b of the curve on the third radius CA, by making the angle Cab equal to CHa; and we find thus as many of them as we wish on the radii which appear successively.

All the triangles CHa, Cab, Cbc, &c. having all an angle equal in C, and another made equal in each H, a, b, c, d, &c. are alike, and have accordingly all their homologous sides in proportion; so that CH: Ca::Ca:Cb::Cb:Cc::Cc:Cd, &c.: from whence it follows evidently that the diminutions of the radii situated at equal angular distances are in geometrical progression.

2.° To form the elevation of that curve, it is sufficient to transfer on the trave-line *A, I, H, G, B, Fig. 80,* each division of the circumference, to trace on it, by that means, the apothems *SA, SI, SH, SG, SB,* corresponding to the radii of the plan, and to transfer on each of those apothems, by lines parallels to the axis in a, b, f, g, h, &c., all the points a, b, &c. where the corresponding radius is cut by the curve in the plan.

3.° To trace the same curve on the display of the cone *Fig. 81,* we must at first place in it the same lines of apothem which are already in the plan and in the elevation; after what draw the horizontal lines C′a, C″b, &c., through the points where the apothems of the elevation are cut by the curve, and transfer to the display from *S* to a, b, c, &c., the distances *Sa, Sb,* &c.

4.° If we wished to trace the same curve on the cone itself, it is clear that we must operate absolutely as on the display.

Displaying of the Sphere.

47. As the sphere can only be touched in one point either by a plan, or even by a straight line, it cannot suffer an exact display; and however spherical vaults are sometimes to be made in carpentry: one must then make the display by approximation, considering it as consisting of a number greater or

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rique d'une manière approximative, en la considérant comme composée d'un nombre plus ou moins grand de cônes tronqués, ou même de pyramides tronquées ayant pour bases des polygones d'un nombre de côtés plus ou moins grand.

De cette manière le développement de la sphère consiste à réduire sa surface en un certain nombre de trapèzes, dont ceux qui se touchent dans le sens de l'équateur de la sphère, sont tous égaux entre eux, et ceux qui se touchent dans la direction d'un pôle à l'autre, vont graduellement en diminuant de base depuis l'équateur jusqu'à chacun des pôles; d'où résultent deux procédés de développement également avantageux suivant les circonstances, et qui ne diffèrent que par la manière dont on groupe ensemble les trapèzes égaux ou inégaux.

48. 1.° Développement de la sphère par fuseaux, *Fig. 82, 83* et *84.*

La *Fig. 83* présente le plan de la moitié de la sphère dans le demi-cercle 10...e..20...5...10, en supposant qu'on a fait dans cette sphère dix sections également espacées, qui s'entrecoupent toutes à l'axe, et dont les traces sur le plan sont les rayons nantes e 1, e 2, e 3, &c., et neuf autres sections parallèles entre elles, et perpendiculaires aux premières, espacées aussi à distance égale les unes des autres : non qu'elles comprennent entre elles la même distance perpendiculaire; mais en mesurant sur la surface de la sphère la distance qui se trouve entre les circonférences que ces coupes tracent à la surface, cette distance doit être la même pour toutes, en sorte que les retombées de ces dernières sections sur le plan sont les demi-cercles 10, 5, 20; a 24 i; b 23 h; c 22 g; d 21 f, dont on trouve les rayons respectifs en abaissant sur le diamètre 20, 20, des divisions de la circonférence, les perpendiculaires 1 i, 2 h, 3 g, 4 f. On voit d'abord que la première division partage la surface de la sphère en vingt fuseaux, et que, la seconde partageant chaque fuseau en huit trapèzes et deux triangles, la totalité de la surface se trouve divisée en cent soixante trapèzes et en quarante triangles.

Pour développer le quart de la circonférence, les praticiens élèvent une perpendiculaire indéfinie, 10 s à l'extrémité du diamètre, et prolongent indéfiniment les cordes 10, 9; 9, 8; 8, 7; 7, 6; décrivant un arc avec le rayon 10, 9 des points 10, 9, 8, 7, 6, pris successivement pour centres, et chacun depuis la circonférence jusqu'à la droite voisine : puis ils continuent les quatre derniers de ces arcs par d'autres arcs décrits des centres 10, 9, 8, 7, avec le rayon 10, 9 + 9, 8, et toujours jusqu'à la droite voisine; puis les trois derniers de ceux-ci par d'autres décrits des centres 10, 9, 8, avec le rayon 10, 9 + 9, 8 + 8, 7; ensuite les deux derniers des centres 10, 9, avec le rayon 10, 9 + 9, 8 + 8, 7 + 7, 6; et enfin le dernier du centre 10, avec un rayon égal à la somme de toutes les cordes. Ce procédé long, et par conséquent sujet à bien des fautes, est encore essentiellement défectueux en ce qu'il substitue à la circonférence le contour d'un polygone d'autant de côtés qu'on a fait de divisions à la circonférence. Dans le cas de la figure, il y a environ 0,013 de moins qu'il ne faudrait. On devrait donc préférer la rectification de la *Fig. 70.*

werden, so muss alsdann die kugelförmige Wölbung auf eine approximative Weise dadurch ausgeführt werden, dass man selbige als ein Ganzes betrachtet, welches aus einer mehr oder minder grossen Anzahl abgestumpfter Kegel, oder selbst abgestumpfter Pyramiden besteht, deren Grundflächen aus einer mehr oder minder grossen Anzahl von Polygonen zusammengesetzt sind.

Sonach besteht die ausführliche Darstellung der Sphäre in folgender Verfahrungsweise : man verwandelt ihre Oberfläche in eine gewisse Anzahl von ungleichseitigen Vierecken, von denen diejenigen, welche sich in paralleler Richtung mit dem Aequator der Sphäre einander berühren, sich sämmtlich gleich sind; diejenigen aber, welche sich in der Richtung von einem Pole zum andern einander berühren, laufen dergestalt, dass ihre Grundflächen vom Aequator an bis zu jedem Pol stufenweise abnehmen : hieraus ergeben sich zwei auf die Darstellung der Sphäre anwendbare Verfahrungsweisen : beide sind gleich vortheilhaft und unterscheiden sich bloss in der Art und Weise wie man die einander gleichen oder ungleichen verschiedenseitigen Vierecke zusammenstellt.

48. 1.° Darstellung der Sphäre durch Spindeln, *Fig. 82, 83* und *84.*

Die *Fig. 83* zeigt in dem Halbzirkel 10..e.. 20...5...10, den Plan von der halben Sphäre; wobei jedoch vorausgesetzt wird, dass bei derselben zehn gleichweit von einander abstehende Durchschnitte gemacht worden sind, welche sich sämmtlich an der Axe durchschneiden, und deren Punkte die strahlenförmigen Linien e 1, e 2, e 3, u. s. w., sind; dass ferner neun andere mit einander parallel und mit den vorigen perpendicular laufende, ebenfalls gleichweit abstehende Durchschnitte gemacht worden sind; welches aber nicht so zu verstehen ist, als ob sie sich gegenseitig in dem nämlichen perpendicularen Abstande befänden, sondern dass wenn man auf der Oberfläche der Sphäre den Abstand zwischen den von diesen Durchschnitten beschriebenen Umkreisen misst, so muss dieser Abstand für alle der nämliche seyn; solchergestalt sind die Linien dieser letztern auf dem Plane befindlichen Durchschnitte, die Halbzirkel 10, 5, 20; a 24 i; b 23 h; c 22 g; d 21 f, deren respectiven Radii man dadurch findet, dass man auf den zu den Theilungen des Umkreises gehörigen Durchmesser 10, 20, die Perpendicularlinien 1 i, 2 h, 3 g, 4 f, herabsenkt. Wir sehen hieraus, dass die erste Theilung die Oberfläche der Sphäre in zwanzig Spindeln, die zweite aber jede Spindel in acht ungleichseitige Vierecke und zwei Triangel theilt, so dass die ganze Oberfläche in hundert und sechzig ungleichseitige Vierecke und vierzig Triangel getheilt ist.

Soll das Viertel des Umkreises dargestellt werden, so befolgt man in der Praxis gewöhnlich folgendes Verfahren : man richtet eine unbestimmte Perpendicularlinie 10 s am Ende des Durchmessers auf, und verlängert auf eine unbestimmte Weise die Sehnen 10, 9; 9, 8; 8, 7; 7, 6, welche mit dem Radius 10, 9 der Punkte 10, 9, 8, 7, 6 einen Bogen beschreiben; diese letztern Punkte sind nach und nach zu Mittelpunkten genommen worden, und zwar ein jeder von dem Umkreise an bis zur nächsten geraden Linie : man verlängert sodann die vier letzten von diesen Bogen, vermittelst anderer aus den Mittelpunkten 10, 9, 8, 7, beschriebenen Bogen, deren Radius 10, 9 + 9, 8 ist, und wobei diese Verlängerung jederzeit bis zur nächsten geraden Linie Statt hat; verlängert ferner die drei letzten Bogen vermittelst anderer aus den Mittelpunkten 10, 9, 8 beschriebenen, welche 10, 9 + 9, 8 + 8, 7 zu Radiis erhalten, so wie ferner die zwei letzten aus den Mittelpunkten 10, 9, deren Radius 10, 9 + 9, 8 + 8, 7 + 7, 6, ist; und endlich den letzten aus dem Mittelpunkte 10, welcher einen mit der Summe sämmtlicher Sehnen übereinstimmenden Radius erhält. Dieses weitläuftige und folglich mit mehreren Mängeln verbundene Verfahren hat übrigens auch noch den wesentlichen Fehler, dass selbiges an die Stelle des Umkreises den Umfang eines Polygons setzt, welches eben so viel Seiten hat als Theilungen auf den Umkreise geschehen sind. In der gedachten Figur sind deren 0,013 zu wenig enthalten.

less of maimed cones, or even maimed pyramids having for their basis polygons of a number of sides greater or less.

Thus the display of the sphere consists in reducing its surface to a certain number of trapeziums, amongst which those which are contiguous according to the equator of the sphere, are equal, and those which are contiguous in the direction from one pole to the other, have their basis gradually diminished from the equator to each of the poles; from whence result two ways of displaying, equally advantageous according to the circumstances, and which differ only by the manner in which one gathers the trapeziums equal or unequal.

48. 1.° Displaying of the sphere by spindles, *Fig. 82, 83* and *84.*

The *Fig. 83* presents the plan of the half sphere, in the half circle 10...e...20... 5...10, supposing that one has made in that sphere ten sections equally distant, all intersecting at the axis, and whose traces on the plan are the radiant e 1, e 2, e 3, &c., and nine other sections parallel to each other and perpendicular to the first ones, equally distant also from each other: not that they have between them the same perpendicular distance; but, when we measure on the surface of the sphere the distance between the circumferences whom those sections trace at the surface, that distance may be the same for all of them; so that the projections *[retombées]* of those last sections on the plan are the half circles 10, 5, 20; a 24 i; b 23 h; c 22 g; d 21 f, whose radii are found by letting down on the diameter 10, 20, of the divisions of the circumference, the perpendicular lines 1 i, 2 h, 3 g, 4 f. We see at first that the first division divides the surface of the sphere into twenty spindles, and that, the second dividing each spindle into eight trapeziums and two triangles, the whole of the surface is divided into a hundred and sixty trapeziums and forty triangles.

To display the fourth part of the circumference, the practitioners erect an indefinite perpendicular 10 s at the extremity of the diameter, and lengthen indefinitely the cords 10, 9; 9, 8; 8, 7; 7, 6; describing an arc with the radius 10, 9 of the points 10, 9, 8, 7, 6, successively taken as centers, and each from the circumference to the neighbouring straight line : then they continue the four last of those arcs by others arcs described from the centers 10, 9, 8, 7, with the radius 10, 9 + 9, 8, and always up towards the neighbouring straight line; then the three last of those by others described from the centers 10, 9, 8, with the radius 10, 9 + 9, 8 + 8, 7 : after that the two last from the centers 10, 9, with the radius 10, 9 + 9, 8 + 8, 7 + 7, 6; and, at last, the last from the center 10 with a radius equal to the sum of all the cords. This long proceeding, accordingly subject to many errors, is still essentially defectuous, because it substitutes, instead of the circumference, the compass of a polygon of as many sides as there are divisions of the circumference. In the case of the figure, there are about 0,013 wanting. The rectification of the *Fig. 70* is therefore preferable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Après avoir prolongé indéfiniment le diamètre, et développé le quart de la circonférence de part et d'autre de ce prolongement, partagez chaque développement en cinq parties égales, et par chaque division menez autant de parallèles au diamètre : portez successivement vingt fois de suite sur le prolongement du diamètre le développement de l'arc, ou au moins la corde d'une des divisions de la circonférence, par exemple 10, 9, en a, b, c, d, &c.; et par le milieu de chacune des divisions ainsi formées, menez les perpendiculaires 15, 5; 15, 5, &c.

Divisez ensuite par un rayon intermédiaire le secteur 10 e 9 en deux parties égales, et, prenant la moitié de l'arc du premier cercle concentrique en a dans le plan, portez-la au développement sur les deux premières parallèles de part et d'autre de chacune des perpendiculaires en n et r, r et q, q et p, p et o, &c. Prenez de même la moitié de l'arc du secteur au second cercle concentrique du plan en b, et portez-la au développement sur les deux secondes parallèles de part et d'autre de chacune des perpendiculaires en 12 et s, s et f, s et t, &c. Après avoir fait de même pour l'arc du même secteur qui appartient à chacun des cercles concentriques du plan, faites passer une ligne courbe par chacun des points qui auront été ainsi trouvés des deux côtés de chaque perpendiculaire; il en résultera autant de surfaces égales, d'une forme approchant de celle d'un fuseau, et dont chacune sera une serie de trapèzes décroissans depuis le milieu et finissant par un triangle à chaque extrémité, et qui, rassemblés en les pliant, de façon que par-tout ils soient contigus l'un à l'autre, formeront un polyèdre qu'on pourrait appeler en côtes de melon, et d'autant plus approchant de la sphère, que vous aurez employé un plus grand nombre de divisions primitives. Les mêmes lettres appliquées aux mêmes objets font voir comment chaque partie du développement, *Fig. 84*, s'applique au volume *Fig. 82*.

49. 2.° Développement de la sphère par *zones*. *Fig. 85, 86, 87, 88, 89, 90* et *91*.

Cette figure présente l'élévation d'une sphère où, après avoir prolongé l'axe 5, 15, indéfiniment en A, on a divisé la circonférence du grand cercle en vingt parties égales, et mené perpendiculairement à l'axe, par les divisions correspondantes, les horizontales représentant les coupes de cinq cônes tronqués pour chacun des deux hémisphères. On a ensuite mené par chaque paire de divisions continues d'un hémisphère, 10, 15, 20 des cordes prolongées 10, 11 A; 11, 12 B, &c., qui, par leurs intersections sur l'axe, ont donné en A, B, C, D, les sommets de chacun des cônes respectifs; en sorte qu'il n'est plus question que de prendre successivement pour centres ces derniers points, décrire de chacun comme centre deux arcs indéfinis, ayant pour origine les deux points qui ont déterminé chacun des apothèmes, et déterminer la longueur d'un de ces deux arcs, égale au développement de la circonférence du cercle qui est la base du cône qu'il représente. Par exemple, du centre A on a décrit les arcs 10, 20, et 11, 19, *Fig. 87;* du centre B, les arcs 11, 19; 12, 18, *Fig. 88;* du centre C, les arcs 12, 18; 13, 17, &c., *Fig. 89;* et l'on a porté le développement de la circonférence dont 10, 20, *Fig. 86*, est le diamètre, sur l'arc 10, 20, *Fig. 87;* et sur l'arc 11, 19, *Fig. 88*, le développement de la circonférence dont 11, 19, *Fig. 86*, est le diamètre : sur les arcs 12, 18; 13, 17; 14, 16, *Fig. 89, 90, 91*, les développemens des circonférences respectives dont les diamètres sont 10, 20; 11, 19; 12, 18; 13, 17; et 14, 16, *Fig. 86*. On a eu ainsi le

(Es ist daher besser wenn man die Rectificirung der *Fig. 70* befolgt.)

Nachdem man den Durchmesser auf eine unbestimmte Weise verlängert, und das Viertel des Umkreises auf beiden Seiten der Verlängerung gezeichnet hat, so theile man jede Zeichnung in fünf gleiche Theile, und führe durch jede Theilung eben so viel mit dem Durchmesser parallel laufende Linien; trage auf die Verlängerung des Durchmessers nach und nach zwanzig mal die Ausführung des Bogens, oder wenigstens die Sehne von einer der an dem Umkreise Statt gehabten Theilungen, z. B. 10, 9, in a, b, c, d, u. s. w., und ziehe durch die Mitte einer jeden solchergestalt gemachten Theilung, die Perpendicularlinien 15, 5; 15, 5; u. s. w.

Man theile hierauf den Ausschnitt 10 e 9 vermittelst eines Zwischenradii in zwei gleiche Theile; nehme die Hälfte des Bogens am ersten concentrischen Zirkel im Plane bei a, und trage sie in der Ausführung auf die zwei ersten Parallellinien, und zwar zu beiden Seiten einer jeden Perpendicularlinie in n und r, r und q, q und p, p und o, u. s. w. Auf gleiche Weise nehme man die Hälfte des Bogens an dem zweiten concentrischen Zirkel bei b, und trage sie in der Ausführung auf die zwei folgenden Parallellinien, zu beiden Seiten einer jeden Perpendicularlinie in 12 und s, s und f, s und t, u. s. w. Hat man bei dem Bogen des nämlichen Ausschnittes, welcher zu jedem im Plane enthaltenen Zirkel gehört, auf gleiche Weise verfahren, so ziehe man eine krumme Linie durch einen jeden der Punkte, welche solchergestalt an den beiden Seiten einer jeden Perpendicularlinie gefunden worden sind; es werden sich daraus eben so viele mit der Gestalt einer Spindel ziemlich übereinkommende gleiche Flächen ergeben, von denen eine jede, von der Mitte an, aus einer Reihe abnehmender ungleichseitiger Vierecke besteht, und sich an beiden Enden mit einem Dreiecke endigt. Werden solche durch Biegungen dergestalt an einander angefügt, dass selbige an allen Seiten einander berühren, so werden sie einen Polyeder bilden, den man mit der Gestalt einer rippenförmigen Melone vergleichen könnte, und der sich der Kugelgestalt desto mehr nähern wird, je mehr ursprüngliche Theilungen Statt gehabt haben. Die gleichförmigen zu den nämlichen Gegenständen angewendeten Buchstaben zeigen, auf welche Weise ein jeder Theil von der in *Fig. 84* enthaltenen ausführlichen Darstellung auf die in *Fig. 82* befindlichee Zeichnung anzuwenden sey.

49. 2.° Darstellung der Sphäre durch *Zonen*. *Fig. 85, 86, 87, 88, 89, 90* und *91*.

Diese Figur zeigt den Aufriss einer Sphäre, an welcher man zuvörderst die Axe 5, 15, auf eine unbestimmte Weise bei A, verlängert, und den Umkreis des grossen Zirkels in zwanzig gleiche Theile getheilt hat: und nachdem ferner die horizontalen Linien, welche bei jeder Hemisphäre die Durchschnitte von fünf verstümmelten Kegeln vorstellen, durch die correspondirenden Theilungen mit der Axe perpendicular gezogen worden, so sind hierauf durch jedes Paar verlängerter, an der Hemisphäre 10, 15, 20, befindlicher Theilungen die verlängerten Sehnen 10, 11, A; 11, 12, B, u. s. w., geführt worden; diese haben sich an der Axe durchschnitten, und daselbst bei A, B, C, D die Höhen zu jedem respectiven Kegel gegeben. Es wird also nur noch darauf ankommen, dass diese letztern Punkte nach und nach zu Mittelpunkten genommen, und aus jedem derselben zwei unbestimmte Bogen gezogen werden, welche da anfangen, wo die zwei Punkte die Apotheme bilden, und dass ferner die Länge des einen dieser Bogen mit der ausgeführten Darstellung des Zirkelumkreises, welcher die Basis des Kegels ist, übereinstimmend gemacht werde. So z. B. beschreibt man aus dem Mittelpunkte A die Bogen 10, 20 und 11, 19, *Fig. 87;* aus dem Mittelpunkte B die Bogen 11, 19; 12, 18, *Fig. 88;* aus dem Mittelpunkte C, die Bogen 12, 18; 13, 17, &c., *Fig. 89*, und trägt die Darstellung des Umkreises, wovon 10, 20, *Fig. 86* der Durchmesser ist, auf den Bogen 10, 20, *Fig. 87;* und auf den Bogen

After having lengthened indefinitely the diameter, and displayed the fourth part of the circumference on each part of that prolongation, divide each prolongation into five equal parts; and, by each division, bring as many parallel lines to the diameter; transfer twenty successive times on the prolongation of the diameter the display of the arc, or at least the cord of one of the divisions of the circumference, for instance 10, 9, to a, b, c, d, &c.; and by the middle of each of the divisions thus established, draw the perpendicular lines 15, 5; 15, 5, &c.

Divide afterwards by an intermediary radius the sector 10 e 9 into two equal parts, and, taking the half of the arc of the first concentric circle in a in the plan, bring it to the display on the two first parallels on each part of each perpendicular in n and r, r and q, q and p, p and o, &c. Take also the half of the arc of the sector at the second concentric circle of the plan in b, and carry it in the display on the two second parallels on each part of each perpendicular in 12 and s, s and f, s and t, &c. After having done the same for the arc of the same sector belonging to each concentric circle of the plan, draw a curve through each point thus found on each side of each perpendicular; it will result as many equal surfaces, of a form nearly alike that of a spindle, and each of which will be a series of trapeziums diminishing from the middle and ending by a triangle at each extremity, and which, when folded so that they may be every where contiguous to each other, will form a polyedron which might be called *melon-like*, and the more like a sphere as there will be a greater number of primitive divisions used. The same letters applied to the same objects will show how a part of the display, *Fig. 84*, is applied to the volume *Fig. 82*.

49. 2.° Displaying of the sphere by zones. *Fig. 85, 86, 87, 88, 89, 90* and *91*.

That figure presents the elevation of a sphere where, after having indefinitely prolonged in A the axis 5, 15, we have divided the circumference of the great circle into twenty equal parts, and drawn perpendicularly to the axis, by the corresponding divisions, the horizontal lines representing the sections of the five maimed cones for each of the hemispheres. One has drawn afterwards, by each pair of continued divisions of one hemisphere, 10, 15, 20, the prolonged cords 10, 11 A; 11, 12 B, &c., which, by their intersections on the axis, have given in A, B, C, D, the summits of each cone; so that one needs only now to take successively those last points as centers, to describe from each as center two indefinite arcs, having for origin the two points which have determined each of the apothems, and to fix the length of each of those two arcs, equal to the display of the circumference of the circle which is the basis of the cone represented by it. For instance, from the center A have been described the arcs 10, 20, and 11, 19, *Fig. 87;* from the center B, the arcs 11, 19; 12, 18, *Fig. 88;* from the center C, the arcs 12, 18; 13, 17, &c. *Fig. 89;* and the display of the circumference whose 10, 20, *Fig. 86*, is the diameter, has been brought over the arcs 10, 20, *Fig. 87;* and on the arc 11, 19, *Fig. 88*, the display of the circumference whose 11, 19, *Fig. 86*, is the diameter : on the arcs 12, 18; 13, 17; 14, 16, *Fig. 89, 90, 91*, the displays of the respective circumferences whose diameters are 10, 20; 11, 19; 12, 18; 13, 17, and 14, 16, *Fig. 86*. We have had

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

développement latéral de chacun des cinq cônes tronqués destinés à représenter l'hémisphère 10, 15, 20. On s'est borné à moitié de ces développemens dans la figure, pour y éviter la grande extension et la confusion, qui seraient résultées du développement entier.

Les *Fig. 85* et *86*, annexées l'une à l'autre, font voir le procédé propre à représenter en plan et en élévation le solide polyèdre qui résulte du développement précédent, quand on a opéré le reploiement de chacune de ses parties. La *Fig. 85* est le plan d'un des hémisphères divisé de la même manière, et présentant, par les cercles concentriques, les bases de chacun des cônes tronqués; et par les rayons convergens, les arêtes A 10, B 11, transformant chacun des cônes tronqués en une pyramide tronquée à vingt faces latérales; en sorte que les intersections de chaque rayon par les diverses circonférences dans la *Fig. 85*, étant renvoyées, par des parallèles à l'axe, sur les horizontales 10, 20; 11, 19; 12, 18, &c. de la *Fig. 86* de l'élévation, y donnent, par leurs intersections en d o n *f m* 15, les points de passage de l'arête polygonale qui lui correspond, et donnent ainsi le moyen de représenter exactement tous les trapèzes dans lesquels on a divisé la surface sphérique. Les mêmes caractères littéraux et numériques, appliqués aux mêmes parties dans la *Fig. 86* et dans les *Fig. 87, 88, 89, 90* et *91*, montrent comment chacune des parties de ces dernières s'applique sur le volume *Fig. 86*.

50. Des portions de voûte sphérique, appelées en architecture *cul-de-four, niche cintrée*, ont encore reçu le nom de *calotte*, par les praticiens qui les exécutent en bois. Si l'on suppose un quart de sphère dans lequel on a retranché un autre quart de sphère, mais d'un rayon plus court, le volume restant est une calotte, *Fig. 92* et *94*. Les deux coupes *Fig. 93* et *95* montrent deux sortes de constructions.

1.° Quand la calotte est construite comme le montre la *Fig. 92*, on l'appelle *calotte en côte de melon;* si on la suppose divisée par un plan dont la ligne C G est la trace, la partie du côté de A montrera une figure semblable à celle *Fig. 93*, qu'on nomme *coupe;* et les rayons c k, c m, c o, c q, indiquent les joints des cinq morceaux de bois chantatés qui entrent dans la composition de cette calotte. Nous faisons remarquer ici que deux cerces suffisent pour tracer tous les morceaux corroyés : le demi-cercle B F D sera celle de l'intrados, et la demi-ellipse A x E celle de l'extrados pour tracer les bords de la pièce avant le débillardement, tandis que A G E est celle du délardement à faire à chaque bord pour enlever les côtes.

Pour déterminer le volume de bois nécessaire à l'exécution de chaque pièce, après avoir tracé le quart de cercle c i g avec le rayon C A de l'extrados, on le divise en autant de parties égales que la construction demande de pièces, et l'on mène une tangente *g q* au milieu d'une des divisions : le triangle *g c q*, formé par cette tangente et les deux rayons prolongés, est la coupe du volume nécessaire; c'est la moitié du rectangle *g q r c*. On le taille et on le recreuse intérieurement conformément à la cerce

11, 19, *Fig. 88*, die Darstellung des Umkreises, wovon 11, 19, *Fig. 86* der Durchmesser ist; auf die Bogen 12, 18; 13, 17; 14, 16, *Fig. 89, 90, 91*, aber, die Darstellungen der respectiven Umkreise, von denen 10, 20; 11, 19; 12, 18; 13, 17; und 14, 16, *Fig. 86* die Durchmesser sind. Auf diese Weise erhält man die ausgeführte einseitige Darstellung von jedem der fünf abgestumpften Kegel, welche die Halbkugel 10, 15, 20 vorstellen. In dieser Figur ist bloss die eine Hälfte der Kugel um deswillen ausgeführt worden, weil die ganze Darstellung derselben eine zu grosse Ausdehnung und Verwirrung zur Folge gehabt hätte.

Die *Fig. 85* und *86* zeigen, auf welche Weise der Plan und Aufriss zu dem körperlichen Polyeder dargestellt werden müsse, welcher aus der vorstehenden Ausführung dann entsteht, wenn die Umbiegung der einzelnen Bestandtheile Statt gehabt hat. Die *Fig. 85* enthält den Plan zu einer auf dieselbe Weise eingetheilten Halbkugel, bei welcher die concentrischen Zirkel die Grundflächen der einzelnen abgestumpften Kegel, und die zusammenlaufenden Radii die Kanten A 10, B 11, darstellen; diese letztern verwandeln die abgestumpften Kegel in eine abgestumpfte zwanzigseitige Pyramide; so dass die Punkte, an welchen sich ein jeder Radius mit den verschiedenen Umkreisen in *Fig. 85* durchschneidet, und welche vermittelst der mit der Axe parallel laufenden Linien auf die horizontalen, im Aufrisse *Fig. 86* enthaltenen Linien 10, 20; 11, 19; 12, 18, u. s. w., gebracht worden sind, daselbst vermittelst ihrer Durchschneidung in d o n *f m* 15 die Punkte geben, welche die Richtung der polygonalen, mit jener Durchschneidung correspondirenden Kante bezeichnen; sie geben solchergestalt ein Mittel an die Hand, wodurch die sämmtlichen ungleichseitigen Vierecke, in welche die Oberfläche der Kugel eingetheilt worden, auf eine genaue und bestimmte Weise dargestellt werden können. Die gleichförmige zu den nämlichen Bestandtheilen sowohl in *Fig. 86* als auch in den *Fig. 87, 88, 89, 90* und *91* angewendeten Buchstaben und Ziffern zeigen, wie ein jeder von diesen Theilen auf die in *Fig. 86* enthaltene Zeichnung anzuwenden sey.

50. Die Bestandtheile derjenigen Kugelgewölbe, welche in der Baukunst Backofengewölbe heissen, werden von den Baumeistern, welche solche aus Holz erbauen, auch mit dem Namen Plattmütze *(Calotte)* belegt. Denkt man sich ein Viertel von einer Sphäre, von welcher ein anderes Viertel, dessen Radius jedoch kürzer ist, abgesondert worden, so ist der übrig bleibende Körper eine *Calotte, Fig. 92* und *94*. Die zwei Durchschnitte *Fig. 93* und *95*, zeigen zwei Arten von Zusammensetzungen.

1.° Ist die *Calotte* nach Maasgabe der *Fig. 92* zusammengesetzt, so heisst sie eine *melonenförmig gerippte Calotte*. Nimmt man an, dass selbige vermittelst einer durch die Linie C G angedeuteten Fläche getheilt worden sey, so sehen wir in dem Theile welcher nach A zu befindlich ist, eine Figur, welche der in *Fig. 93* enthalteuen ähnlich ist, und Kuppel genannt wird. Die Radii c k, c m, c o, c q zeigen die Fugen, an denen die fünf Breterstücke, aus welchen diese *Calotte* mit zusammengesetzt ist, an einander angefügt sind. Wir bemerken hier, dass zur Vorstellung sämmtlicher mit einander verbundener Hölzer zwei Zeichnungen erforderlich sind: der Halbzirkel B F D ist nämlich für die innere, und die halbe Ellipse A x E für die äussere Bogenseite, wonach die Randseiten des Holzes noch vor dem Behauen gezeichnet werden, während A G E die Zeichnung ist, nach welcher die Kanten an jeder Randseite abgestossen werden.

Soll die Dicke des dabei anzuwendenden Holzes bestimmt werden, so zeichnet man zuerst das Zirkelviertel c i g an der äussern Bogenseite; und giebt ihm den Radius C A; theilt dasselbe sodann in eben so viel gleiche Theile als Hölzer zur Zusammensetzung erfordert werden, und zieht einen Tangent *g q* in der Mitte der einen Theilung; worauf sodann der von diesem Tangent und den zwei verlängerten Radiis gebildete Triangel *g c q* der Durchschnitt zur erforderlichen Dicke seyn wird, welches die Hälfte

thus the lateral display of each of the five maimed cones designed to represent the hemisphere 10, 15, 20. We have been satisfied with half of those displays in the figure, to avoid the great extent and confusion, which would have resulted from the whole display.

The *Fig. 85* and *86*, pinned together, show the convenient proceeding to represent in a plan and in elevation the solid polyedron resulting from the preceding display, after the folding of every part of it. The *Fig. 85* shows the plan of one of the hemispheres divided in the same way, and presenting, by the concentric circle, the base of each maimed cone; and by the convergent radii, the edges A 10, B 11, changing each maimed cone into a maimed pyramid with twenty lateral faces; so that the intersections of each radius by the various circumferences in the *Fig. 85*, being transferred, by the parallels to the axis, on the horizontal lines 10, 20; 11, 19; 12, 18, &c. of the *Fig. 86* of the elevation, give there, by their intersections in d o n *f m* 15, the points of passage of the polygonal edge which corresponds to it, and give thus the means of representing exactly all the trapeziums in which the spherical surface has been divided. The same literal and numeric characters, applied to the same parts in the *Fig. 86* and in the *Fig. 87, 88, 89, 90, 91*, show how each part of those is applied to the volume *Fig. 86*.

50. The portions of spherical vaults, called in architecture *bottom of an oven, arched nich*, have been also called *calotte* by the carpenters. If you suppose a quarter of a sphere from which has been abstracted another quarter of a sphere, but of a shorter dimension, the rest of the figure is a *calotte*, *Fig. 92* and *94*. The two sections *Fig. 93* and *95* show two sorts of construction.

1.° When the *calotte* is made as in the *Fig. 92*, it is called *calotte like a slice of melon;* if, by supposition, we divide it by a plane whose line C G is the trace, the part of the side A will show a figure like that called a *cup*, *Fig. 93*, and the rays c k, c m, c o, c q, indicate the joints of the five pieces of timber-lath which enter into the composition of that *calotte*. We beg here to remark that two *cerces* are sufficient to trace all the shaved pieces: the half circle B F D will be that of the *intrados*, and the half ellipsis A x E that of the *extrados* to trace the edges of the piece before the *arching*, whilst A G E is the *cerce* of the shaving wanted at each edge to take aways the coasts.

To determinate the bulk of timber necessary for the execution of each piece, after having traced the quarter of circle c i g with the line C A of the *extrados*, we divide it in as many equal parts as there are pieces wanted for the construction, and we draw a tangent *g q* to the middle of one of the divisions : the triangle *g c q*, formed by that tangent and the two prolonged radii, is the section of the volume wanted; it is the half of the rectangle *g q r c*. We have it cut and grooved in the interior, according

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BFD, appliquée dans les deux sens : mais, pour l'extérieur, on fait d'abord le chantournement selon les deux traces demi-circulaires, au moyen de la cerce elliptique A x E; puis on fait le débillardement conforme à la cerce circulaire $g\,q$.

2.° On la nomme *calotte à joints horizontaux*, lorsqu'elle est composée de courbes jointes par assises, *Fig. 94*. Toutes les cerces pour tracer lesdites courbes sont aussi des demi-cercles, dont on trouve les rayons $c\,i$, $d\,k$, $d\,j$, $e\,m$, $e\,l$, &c., sur la coupe *Fig. 95*.

SECTION III.

Des Projections.

51. Les plans et les élévations, dont l'usage est si fréquent et si indispensable dans le dessin de l'architecture, sont proprement des projections d'un objet sur deux plans censés perpendiculaires entre eux. La pratique n'en peut donc être facile, sûre et avantageuse, qu'autant qu'elle est basée sur une connaissance méthodique des projections. Mais *l'art des projections*, qui est la partie géométrique de toutes les branches du dessin, exige la considération d'un troisième plan que l'on suppose habituellement perpendiculaire à chacun des deux sur lesquels on veut représenter l'objet matériel proposé. C'est que le moyen le plus simple de déterminer la position d'un objet dans l'espace, est de le rapporter à trois plans disposés rectangulairement entre eux. Ainsi l'on déterminerait clairement et avec précision la position d'un point quelconque a, pris dans l'intérieur d'un cube AF, *Fig. 96*, en désignant les distances perpendiculaires a a', a a, a b, auxquelles il se trouve par rapport aux trois faces contiguës A D, D G, B F de ce cube. On en pourrait dire autant de tout autre point d placé dans le même cube, de la ligne a d qui joindrait ces deux points, d'une surface sur laquelle se trouverait cette ligne, et du solide auquel appartiendrait cette surface.

Mais, dans le dessin de l'architecture, on se dispense toujours d'exprimer la considération de ce troisième plan perpendiculaire aux deux autres, et l'on y supplée ou par le bord du dessin, quand il est perpendiculaire à l'intersection C e f D des deux autres plans, ou par une ligne perpendiculaire à cette intersection, que l'on mène exprès vers le milieu du dessin, que les praticiens appellent *l'axe de l'objet*, et qui devrait plutôt être nommée *axe du dessin*.

52. Problème. Connaissant la distance d'un point a, *Fig. 96*, à trois plans, X, Y, Z, rectangulairement contigus les uns aux autres, trouver les projections de ce point sur deux des trois plans.

Observation. Dans la *Fig. 97*, on s'est conformé à l'usage qui est adopté généralement, à cause de sa commodité, de supposer que les deux plans Y et Z de la *Fig. 96* ont été renversés et couchés sur le plan horizontal X, par un mouvement de quart de cercle en dehors, exécuté sur leurs communes intersections, considérées comme charnières; en sorte que $C\,H$, *Fig. 97*, est l'intersection du plan horizontal X, *Fig. 96*, par le plan vertical de face Y; $H\,D$, *Fig. 97*, est celle du même plan horizontal avec le vertical de gauche Z, *Fig. 96*; et $H\,B$,

2.° Dieses Gewölbe heisst *Calotte* mit horizontalen Fugen dann, wenn solches nach Maasgabe der *Fig. 94* aus schichtweise mit einander verbundenen Bogen zusammengesetzt ist. Die sämmtlichen zur Zeichnung der gedachten Bogen dienenden Lehren sind ebenfalls Halbzirkel, deren Radii $c\,i$, $d\,k$, $d\,j$, $e\,m$, $e\,l$, &c., man auf dem Durchschnitte in *Fig. 95* findet.

DRITTER ABSCHNITT.

Von den Projectionen.

51. Die Grund- und Aufrisse, von denen, ihrer Wichtigkeit wegen, bei architectonischen Zeichnungen ein so häufiger Gebrauch gemacht wird, sind eigentlich wahre Projectionen, welche einen Gegenstand auf zwei unter sich perpendicular angenommenen Flächen vorstellen. Man wird sich folglich in der Praxis nur dann einen leichten, sichern und glücklichen Erfolg versprechen können, wenn dieselbe auf eine methodische Kenntniss dieser Projectionen gegründet ist. Diese Wissenschaft aber, welche bei allen Gattungen der Zeichenkunst den geometrischen Theil derselben ausmacht, erfordert bei ihrer Anwendung noch einen dritten Plan, von dem man annimmt, dass er sich mit den beiden andern, auf denen der fragliche Gegenstand dargestellt werden soll, in beständig perpendicularer Richtung befindet. Soll also in einem Raume der Standpunkt eines Gegenstandes bestimmt werden, so braucht man diesen Gegenstand bloss mit drei rechtwinkelig mit einander verbundenen Flächen in ein Verhältniss zu bringen. Diesem zufolge liesse sich der Standpunkt des beliebigen Punktes a, welcher im Innern eines Würfels AF, *Fig. 96* genommen wäre, auf eine leichte und bestimmte Weise dadurch ausmitteln, dass man die perpendicularen Abstände a a', a a, a b bezeichnet, von denen sich dieser Punkt gegen die drei anstossenden Würfelseiten AD, DG, B F entfernt befindet. Dieselbe Verfahrungsweise könnte auch bei jedem andern in demselben Çubus befindlichen Punkte d, so wie bei der Linie a d, wodurch diese beiden Punkte vereinigt werden, wie nicht minder bei der Fläche, auf welcher sich diese Linie befindet, so wie endlich bei dem Körper, zu welchem diese Fläche gehört, auf die nämliche Weise angewendet werden.

Bei den zu fertigenden architectonischen Zeichnungen aber, lässt man diesen dritten Plan gewöhnlich unbeachtet, und nimmt dafür entweder den Rand der Zeichnung, wenn solcher mit C e f D, wo die zwei andern Pläne sich durchschneiden, perpendicular ist, oder man nimmt eine mit diesem Durchschnitt perpendicular laufende Linie, welche man absichtlich nach der Mitte der Zeichnung zieht. Man nennt diese Mitte gewöhnlich *die Axe des darzustellenden Gegenstandes:* besser aber wäre es, wenn man sie *die Axe der Zeichnung* nennte.

52. Problem. Nachdem man den Abstand eines in *Fig. 96* gegebenen, und mit den drei rechtwinkelig einander berührenden Flächen X, Y, Z, im Verhältniss stehenden Punktes, kennt; wie findet man die Projectionen dieses Punktes auf zwei von diesen drei Flächen?

Anmerkung. Bei der Darstellung der *Fig. 97* ist die gewöhnliche, wegen ihrer Bequemlichkeit allgemein angenommene Verfahrungsweise befolgt worden, welche darin besteht, dass mann annimmt, als ob die beiden Pläne Y und Z *Fig. 96*, vermittelst einer auf ihren gemeinschaftlichen Durchschneidungen nach aussen zu Statt gehabten scharnierförmigen Bewegung eines Zirkelviertels, auf den horizontalen Plan X herabgezogen worden wären: solchergestalt ist $C\,H$, *Fig. 97*, der vermittelst des verticalen Vorderplans Y, *Fig. 96*, Statt ge-

to the *cerce* B F D, applied on the two sides: but, for the exterior, we first cut the wood in a profile with a sweep according to the two semi-circular traces, by the means of the elliptic *cerce* A x E, and we fashion both edges according to the circular *cerce* $g\,q$.

2.° They call it *calotte with horizontal joint*, when it is composed with curves joint by courses, *Fig. 94*. All the cerces used to trace the said curves are also half circles whose radii $c\,i$, $d\,k$, $d\,j$, $e\,m$, $e\,l$, &c., are found on the section *Fig. 95*.

SECTION III.

Of Projections.

51. The plans and elevations, the use of which is so frequent and indispensable in architectural drawing, are properly projections of an object upon two planes considered perpendicular to each other. The practice of it can therefore be easy, sure and advantageous, only as far as it is founded on a methodical knowledge of projections. But *the art of projection*, which is the geometrical part of all the different sorts of drawing, requires the consideration of a third plane, which is supposed perpendicular to each of the two on which it is intended to represent the proposed material object. Because the most simple means of determining the position of an object in a given space, is to refer it to three planes placed at right angles with each other. Thus might we determine clearly and with precision the position of any point soever a, taken within the cube AF, *Fig. 96*, by marking the perpendicular distances a a', a a, a b, at which it stands with respect to the three contiguous planes of this cube, AD, DG, BF. The same might be said also of any other point d within the same cube, of the line a d which joins these two points a and d, of the plane which stands on this line, and of the solid to which that plane belongs.

But, in architectural drawing, the actual representation of this third plane perpendicular to the two others, is always dispensed with; and the want of it is supplied either by the boundary of the figure, when it is perpendicular to the intersection C e f D of the two other planes; or by a line perpendicular to that intersection, which is drawn for that purpose towards the middle of the figure, which the artists call *the axis of the object*, but which should rather be named *the axis of the figure*.

52. Problem. Knowing the distance of a point a, *Fig. 96*, from three planes X, Y, Z, joining each other at right angles, to find the projections of this point on two of the three planes.

Observation. In *Fig. 97*, we have conformed to the practice generally adopted on account of its convenience, of supposing that the two planes Y and Z of *Fig. 96* have been laid down on the horizontal plane X, by a movement of a quarter of a circle, performed outwardly, on their common intersections, as though on hinges: in such manner, that $C\,H$, *Fig. 97*, is the intersection of the horizontal plane X, *Fig. 96*, by the vertical plane Y; $H\,D$, *Fig. 97*, is the intersection of the same horizontal plane with the vertical Z, on the left, *Fig. 96*; and

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 97, est l'intersection commune des deux plans verticaux Y, Z, *Fig. 96 ;* et que le plan Z, *Fig. 96*, est rabattu dans la *Fig. 97*, 1.° en Z, sur le plan horizontal X, et 2.° en Z', sur le plan vertical de face représenté en Y.

Solution. Sur le plan où vous voulez avoir la projection du point proposé a, menez deux lignes respectivement parallèles aux traces des deux autres plans, et chacune à une distance égale à celle où le point a est du plan à la trace duquel celle que vous menez est parallèle. Leur intersection donnera sur ce plan la projection du point proposé.

Par exemple, sur le plan horizontal X, *Fig. 97*, menez e' a' parallèle à *B D*, et écartée de *B D* de la quantité dont le point proposé a est supposé éloigné du plan Z; menez de même o a' parallèle à *C H*, et écartée de *C H* de la quantité H o dont a est supposé éloigné du plan Y : le point a, intersection de ces deux lignes, sera la projection horizontale du point proposé a. Sur le plan vertical Y menez e' *a* parallèle à *B D*, et écartée de *B D* comme l'est du plan Z; puis o' *a* parallèle à *C H*, et écartée de *C H* de la quantité dont a est élevé au-dessus du plan horizontal X : le point *a*, intersection de ces deux dernières lignes, sera de même la projection verticale du point proposé a.

Ce procédé devient évident par la seule inspection de la *Fig. 96*, où l'on voit aussi pourquoi les deux projections a', *a* du même point a, se trouvent nécessairement sur une même ligne a' e *a*, perpendiculaire à la commune section *C H* des deux plans. Cette propriété donne beaucoup de facilité pour trouver l'une des projections quand on a l'autre : c'est ce que les dessinateurs appellent *renvoyer un point* du plan à l'élévation, ou de l'élévation au plan.

53. Problème. Connaissant la position respective de deux points d'une ligne par rapport à trois plans rectangulairement contigus, trouver les projections de cette ligne sur deux de ces plans.

Solution. Il suffit pour cela de trouver les deux projections de chacun des points donnés (n.° 52), et de joindre par une ligne les deux projections qui sont sur le même plan. Car il est évident que toutes les perpendiculaires menées des divers points de la ligne proposée au même plan de projection, forment un plan unique, dont l'intersection avec ce plan de projection ne peut être qu'une ligne droite, passant par les projections des deux points donnés, lesquelles existent déjà sur ce plan; pour s'en convaincre, il suffit de jeter les yeux sur la *Fig. 96*.

Scholie. On trouverait de même les projections d'une surface par celles des lignes qui en forment le contour; et celle d'un solide, par les projections des surfaces qui le terminent.

54. Problème. Connaissant les deux projections *a d*, a' d', *Fig. 97*, d'une même ligne a d, *Fig. 96*, trouver la grandeur de cette ligne a d.

Solution. Sur l'extrémité de la projection horizontale a' d', *Fig. 97*, si l'on élève la perpendiculaire indéfinie d' g, que par les extrémités *a*, *d* de la projection verticale *a d* on mène *a g* parallèle, et *d g* perpendiculaire à l'intersection commune *C H*, et qu'on porte *d g* de d' en g, on aura dans la ligne a' g la longueur de la ligne proposée a d.

habte Durchschnitt des horizontalen Plans X; *HD*, *Fig. 97* der Durchschnitt des nämlichen horizontalen Plans vermittelst des linken verticalen Plans Z, *Fig. 96;* und *HB*, *Fig. 97*, ist der gemeinschaftliche Durchschnitt der beiden verticalen Pläne Y, Z, *Fig. 96;* auch ist solchergestalt ferner der Plan Z, *Fig. 96*, in der *Fig. 97*, 1.° bei Z, auf den horizontalen Plan X, und 2.°, bei Z, auf den verticalen Vorderplan Y, umgelegt worden.

Auflösung. Man ziehe auf dem Plane wo die Projection des aufgegebenen Punktes a geschehen soll, zwei mit den Linien der beiden übrigen Pläne parallel laufende Linien, und zwar eine von der andern so weit entfernt, als es der Punkt a von den Plane ist, mit dessen Linie die gezogene parallel ist, worauf der Punkt, wo sich dieselben durchschneiden, die Projection des fraglichen Punktes geben wird.

Man ziehe z. B. auf dem horizontalen Plane X, *Fig. 97*, e' a' parallel mit *B D*, und zwar von diesem letztern so weit entfernt als es der gegebene Punkt a von der Fläche Z ist; ziehe ferner o a' parallel mit *C H*, und von diesem letztern in dem Abstande *H*o enfernt, welches die Entfernung des Punktes a von den Plan Y beträgt; worauf der Punkt a', an welchem sich diese beiden Linien durchschneiden, die horizontale Vorstellung des gegebenen Punktes a seyn wird. Auf dem verticalen Plane Y, ziehe man e' *a* parallel mit *B D*, und führe diese Linie von *B D* so weit entfernt, als a vom Plane Z ist; ferner ziehe man o' *a* parallel mit *C H*, in derselben Entfernung von *C H*, in welcher a über dem horizontalen Plane X steht; der Punkt *a*, an welchem diese beiden letztern Linien sich durchschneiden, wird sodann ebenfalls die verticale Vorstellung für den gegebenen Punkt a seyn.

Man braucht bloss einen Blick auf die *Fig. 96* zu werfen, um sich von der Richtigkeit dieses Verfahrens zu überzeugen; aus der nämlichen Figur ergiebt sich auch, warum die beiden Projectionen a', *a*, des nämlichen Punktes a, sich nothwendigerweise auf einer und derselben Linie a' e *a*, befinden; welche letztere Linie mit dem zu beiden Plänen gehörenden Durchschnitte *C H* perpendicular läuft. Durch diese Verfahrungsweise wird, wenn man die eine Projection bereits kennt, die Ausmittelung der andern sehr erleichtert. Die Messkundigen nennen dieses einen Punkt aus dem Grundrisse in den Aufriss, oder aus dem Aufrisse in den Grundriss übertragen.

53. Problem. Kennt man den respectiven Standpunkt der beiden auf einer Linie befindlichen, und mit drei rechtwinkelig einander berührenden Flächen im Verhältniss stehenden Punkte; wie findet man die Projectionen dieser Linie auf zwei von diesen Flächen?

Auflösung. Hiezu braucht man bloss die beiden Projectionen von jedem der gegebenen Punkte (N.° 52) zu finden, und die beiden auf der nämlichen Fläche befindlichen Projectionen durch eine Linie zu vereinigen; und zwar um so mehr, da die sämmtlichen aus verschiedenen Punkten der gegebenen Linie nach dem nämlichen Projectionsplane geführten Perpendicularlinien eine einzige Fläche bilden, deren Durchschneidung mit jener Projectionsfläche bloss eine gerade Linie seyn kann, welche durch die bereits schon auf dieser Fläche vorhandenen Projectionen der beiden aufgegebenen Punkte geht. Man wird sich von der Wahrheit des hier gesagten überzeugen, wenn man einen Blick auf die *Fig. 96* wirft.

Anmerkung. Eben so fände man die Projectionen einer Fläche aus den Linien welche den Umkreis dieser Fläche bilden, so wie auch die eines Körpers, aus den Projectionen der Flächen welche ihn ausmachen.

54. Problem. Kennt man die beiden Projectionen *a d*, a' d', *Fig. 97*, einer und derselben Linie a d, *Fig. 96;* wie findet man die Grösse dieser Linie a d?

Auflösung. Wenn man am Ende der horizontalen Vorstellung a' d', *Fig. 97*, die unbestimmte Perpendicularlinie d' g aufrichtet, und durch die Enden *a*, *d*, der verticalen Vorstellung *a d*, die Linie *a g* mit der gemeinschaftlichen Durchschnittslinie *C H* parallel, und *d g* mit derselben perpendicular zieht, so wie ferner *d g* von d'

HB, *Fig. 97*, is the common intersection of the two vertical planes Y, Z, *Fig. 96;* and that the plane Z, *Fig. 96*, is twice laid down in *Fig. 97*, 1.° in Z, with respect to the horizontal plane X, and 2.° in Z', with respect to the vertical plane Y.

Solution. On the plane on which you wish to have the projection of the given point a, draw two lines respectively parallel to the traces of the two other planes, and each at the same distance from it as the point a is from that plane to the outline of which the drawn line is parallel. Their intersection will give upon this plane the projection of the given point.

For instance, upon the horizontal plane X, *Fig. 97*, draw e' a' parallel to *B D*, and at the same distance from *B D* as a is from the plane Z; draw in like manner o a' parallel to *C H*, and at the same distance from *C H* as the point a is from the plane Y: the point a', where these two lines intersect, will be the horizontal projection of the given point a. Upon the vertical plane Y, draw e' *a* parallel to *B D*, and at the same distance from *B D* as the given point a is from the plane Z; then draw o' *a* parallel to *C H*, and at the same distance from *C H* as the given point a is raised above the horizontal plane X : the point *a*, where these two lines intersect, will be the vertical projection of the given point a.

This is evident from the bare inspection of *Fig. 96*, where we see also why the two projections a', *a* of the same point a are necessarily in the same line a' e *a*, perpendicular to the common section *CH* of the two planes. This property gives great facility for finding one of the projections when the other is known : it is what draughtsmen call transferring a point from the horizontal plane to the elevation, or from the elevation to the horizontal plane.

53. Problem. Knowing the position of two points of a line respectively with regard to three planes joined to each other at right angles, to find the projections of this line upon two of these planes.

Solution. For this, it suffices to find the two projections of each of the given points (n.° 52), and to join by a line the two projections which are on the same plane. For it is evident that all the perpendiculars drawn from the different points of the given line to the same projection's plane, form a simple plane, the intersection of which with the projection's plane can be only a right line, passing by the projections of the two given points, which already exist on that plane; to be convinced of which, it is enough to look at the *Fig. 96*.

Scholion. In the same way might be found the projection of a surface by those of the lines which form its outlines; and that of a solid, by the projections of the surfaces which bound it.

54. Problem. Knowing the two projections *a d*, a' d', *Fig. 97*, of the same line a d, *Fig. 96*, to find the length of this line a d.

Solution. If, on the extremity of the horizontal projection a' d', *Fig. 97*, the indefinite perpendicular d' g is drawn; by the extremities *a*, *d* of the vertical projection *a d*, one draws *a g* parallel, and *d g* perpendicular to the common intersection *CH*, and if one brings *d g* from d' to g, one will have in the line a' g the length of the said line a d.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Démonstration. Si, dans le cube *Fig. 96*, on imagine un plan vertical passant par a d, et dont la trace horizontale sera a′ d′; et un autre plan vertical perpendiculaire au vertical de projection Y, passant par le point d, et dont la trace verticale sera f *d*; et enfin un troisième plan horizontal passant par le point a, et dont la trace verticale sera *a g*: la ligne cherchée a d se trouvera l'hypoténuse d'un triangle rectangle vertical, dont la base sera l'intersection du premier plan par le troisième, intersection nécessairement égale à a′ d′, et dont la hauteur sera la portion de l'intersection du premier plan par le deuxième, qui se trouvera comprise entre le troisième plan et le point d, portion qui est nécessairement égale à *d g*. Donc l'hypoténuse a′ g est rigoureusement égale à la ligne proposée a d.

Scholie. On trouverait le même résultat, si l'on opérait sur le plan vertical de projection Y, *Fig. 97*, en y élevant la perpendiculaire *d g′* à la ligne *a d*, et y portant de *d* en *g′* la différence d′*i* des distances respectives de a′ et de d′ à la commune intersection *CH*; l'hypoténuse *a g′* donnerait la longueur de a d.

55. THÉORÈME. Si un cercle A D B, *Fig. 98*, est oblique au plan de description a F B C, sa projection sur ce plan sera une ellipse *a d* B.

DÉMONSTRATION. Dans le carré horizontal a F B C, vu en perspective, soit le quart de cercle a d B, et supposons qu'en tournant sur son rayon C B il se soit placé dans la position A D B, élevée selon l'inclinaison mesurée par l'arc a A ou d D. Si sur le plan C F on projette les points A, D, par les verticales A *a*, D *d*; qu'on mène perpendiculairement à B C les droites A C, D E, a C, d E, les triangles A C *a*, D E *d*, seront semblables, étant rectangles en *a* et *d*, et ayant leurs angles C et E égaux, puisque c'est l'inclinaison du plan du cercle A D B sur le plan C F. Ainsi *a* C : A C : : *d* E : D E; et puisque A C = a C et D E = d E, on a *a* C : a C : : *d* E : d E. Donc, dans la courbe *a d* B qui résulte de la projection des points du cercle A D B, les ordonnées au demi-diamètre C B sont proportionnelles à celles du cercle A D B ou a d B. Cette projection est donc une ellipse.

Scholie. On aurait une démonstration immédiate de cette vérité en considérant le cercle générateur d'un cylindre oblique : car sa projection sur un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre, laquelle n'est autre chose que la coupe du cylindre faite perpendiculairement à l'axe, est évidemment une ellipse.

Corollaire. 1.° Il suit de ce théorème que la projection d'une ellipse est une ellipse aussi, mais qui peut être ou plus alongée ou moins alongée que la primitive, tellement qu'elle serait un cercle dans une certaine position, et une ligne droite si les lignes de projection faisaient un angle infiniment aigu avec le plan de la courbe.

2.° On peut conclure du scholie que les projections des paraboles et des hyperboles sont nécessairement aussi des courbes de même espèce, mais seulement plus ou moins alongées ou raccourcies, suivant le plus ou le moins d'obliquité du plan de description : car les lignes de projection, étant multipliées à l'infini, formeraient un corps cylindrique qui aurait pour base ou une parabole ou une hyperbole, puisque la courbe primitive serait une section de ce cylindre.

56. THÉORÈME. Lorsque le plan d'une courbe est parallèle aux lignes par lesquelles on en fait la

nach g führt, so erhält man in der Linie a′g die Länge der gegebenen Linie a d.

Beweis. Denkt man sich in dem Würfel *Fig. 96* einen verticalen Plan, welcher durch a d geht, und dessen horizontale Vorstellung a′d′ ist; denkt man sich ferner einen andern verticalen Plan, welcher mit dem verticalen Projectionsplane Y perpendicular ist, und durch den Punkt d geht, und dessen verticale Vorstellung f *d*, ist; denkt man sich endlich einen dritten horizontalen Plan, welcher durch den Punkt a geht, und dessen verticale Vorstellung *a g* ist; so bildet die gesuchte Linie a d die Hypothenuse eines verticalen rechtwinkeligen Dreiecks, dessen Basis der Punkt ist, wo sich der erste Plan mit dem dritten durchschneidet, welches mit a′d′ nothwendig gleich ist, und dessen Höhe derjenige Theil von der Durchschneidung des ersten Plans mit dem zweiten ist, welcher sich zwischen dem dritten Plane und dem Punkte d befindet, so dass dieser Theil nothwendigerweise mit *d g* gleich ist. Diesem zufolge ist die Hypothenuse a′g der gegebenen Linie a d unverkennbar gleich.

Anmerkung. Dasselbe Resultat ergäbe sich, wenn man die Operation auf dem verticalen Projectionsplane Y, *Fig. 97* vornähme, und darauf die mit *a d*, perpendiculare Linie *d g′* aufrichtete, und daselbst von *d* nach *g′* den Unterschied d′*i* der von dem gemeinschaftlichen Durchschnitte *C H* enfernten Distanzen a′ und d′ brächte; die Hypothenuse *a g′* gäbe sodann die Länge von a d.

55. THEOREM. Wenn ein Zirkel A D B, *Fig. 98* auf dem allgemeinen Plane a F B C schräg ist, so wird die Vorstellung desselben auf diesem Plane eine Ellipse *a d* B beschreiben.

BEWEIS. Bei dem horizontalen, perspectivisch dargestellten Quadrat a F B C, nehmen wir das Zirkelviertel a d B an, und stellen uns vor, dass selbiges beim Drehen um seinen Radius C B, die Stellung A D B angenommen habe, deren Höhe die Grösse des Bogens a A oder d D beträgt. Zeichnet man sodann auf dem Plane C F die Punkte A, D, durch die verticalen Linien A *a*, D *d*, und zieht die geraden Linien A C, D E, a C, d E, mit B C perpendicular, so werden die Triangel A C *a*, D E *d* um deswillen ähnlich seyn, weil sie in *a* und *d* rechtwinkelig sind, und auch ihre Winkel C und E gleichförmig sind; indem dieses die Neigung des Zirkelplans A D B auf den Plan C F ist. Diesem zufolge ist *a* C : A C : : *d* E : D E. Und da A C = a C und D E = d E, so erhält man *a* C : a C : : *d* E : d E. Bei der krummen Linie *a d* B, welche aus der Zeichnung der Zirkelpunkte A D B entsteht, stehen folglich die Ordinaten im halben Durchmesser C B mit den des Zirkels A D B oder a d B in einem gewissen Verhältnisse. Diese Projection ist diesem zufolge eine Ellipse.

Anmerkung. Einen unmittelbaren Beweis dieser Wahrheit erhält man dann, wenn man den Zeugezirkel eines schrägen Cylinders untersucht; denn die auf einem mit der Axe des Cylinders perpendicular gehenden Plane gemachte Projection desselben ist weiter nichts, als der mit der Axe perpendicular gehende Durchschnitt des Cylinders, und also eine vollkommene Ellipse.

Folgesatz. 1.° Aus diesem Theorem folgt, dass die Projection einer Ellipse ebenfalls eine Ellipse ist, welche aber theils länger theils kürzer seyn kann als die eigentliche Ellipse; und zwar dergestalt, dass sie unter gewissen Umständen ein Zirkel oder auch eine gerade Linie seyn kann, wenn nämlich die Projectionslinien mit dem Plane der krummen Linie einen unendlich spitzigen Winkel bilden.

2.° Aus der Anmerkung ergiebt sich, dass die Projectionen der Parabeln und Hyperbeln ebenfalls auch krumme Linien von derselben Gattung seyn müssen; dass sie aber, je nachdem der allgemeine Plan mehr oder minder schräg ist, länger oder kürzer sind als die eigentliche krumme Linie; denn die Projectionslinien, welche ins unendliche vervielfacht werden können, würden einen cylindrischen Körper bilden, welcher entweder eine Parabel oder eine Hyperbel zur Basis haben würde, indem die eigentliche krumme Linie ein Durchschnitt dieses Cylinders seyn würde.

56. THEOREM. Ist der Plan einer krummen Linie mit demjenigen parallel, auf welchem man

Demonstration. If, in the cube *Fig. 96*, one supposes a vertical plan passing by a d, whose horizontal trace shall be a′d′; and another vertical plan perpendicular to the vertical of projection Y, passing by the point d, whose the vertical trace shall be f *d*; and at last a third horizontal plan passing by the point a, whose vertical trace shall be *a g*; the searched line a d will be found to be the hypotenuse of a vertical rectangular triangle, whose basis will be the intersection of the first plan by the third; which intersection is necessarily equal to a′ d′, and whose height will be the portion of the interscction of the first plan by the second, which will be included between the third plan and the point d, which portion is necessarily equal to *d g*. Therefore the hypotenuse a′ g is exactly equal to the proposed line a d.

Scholion. One would obtain the same result, if one had operated on the vertical plan of projection Y, *Fig. 97*, in letting down on it the perpendicular *d g′* to the line *a d*, and drawing in it from *d* to *g′* the difference d′*i* of the distances by perpendicular lines from a′ and d′ to the common intersection *C H*; the hypotenuse *a g′* would give the length of a d.

55. THEOREM. If a circle A D B, *Fig. 98*, is oblique with regard to the plan of description a F B C, its projection on this plan will be an ellipsis *a d* B.

DEMONSTRATION. In the horizontal square a F B C, viewed in perspective, let be the fourth part of a circle a d B, and let it be supposed that in turning on its ray C B, it has been placed in the position A D B, drawn from at the height of the arc a A or d D. If on the plan C F one drops the points A, D, with the verticales A *a*, D *d*; if one draws perpendicularly to B C the right lines A C, D E, a C, d E, the triangles A C *a*, D E *d*, will be alike, as being rectangle one in *a* and the other in *d*, and as having their angles C and E equal, since it is the inclination of the plan of the circle A D B on the plan C F. Thus *a* C : A C : : *d* E : D E; and after A C = a C and D E = d E, we have also *a* C : a C : : *d* E : d E. Then, in the curve *a d* B which results from the projection of the points of the circle A D B, the ordinates to the half diameter C B are proportional with those of the circle A D B or a d B. This projection is then an ellipsis.

Scholion. This truth will be immediately demonstrated by considering the circle generative of an oblique cylinder : for its projection on a plan perpendicular to the axis of the cylinder, which is nothing else but the section of the cylinder made perpendicularly to the axis, is evidently an ellipsis.

Corollary. 1.° It follows from this theorem that the projection of an ellipsis is an ellipsis too, but which may be more or less lengthened than the former; so much so that it might be a circle in a certain position, and a right line if the lines of projection made an extremely acute angle with the plan of the curve.

2.° It may be concluded from the scholion that the projections of the parabolas and the hyperbolas are necessarily also curves of the same kind, but only more or less lengthened than the former, according to the greater or less obliquity of the plan of description : for the lines of projection, being infinitely multiplied, would form a cylindrical body whose basis would be a parabola or an hyperbola, since the primitive curve would be a section of that cylinder.

56. THEOREM. When the plan of a curve is parallel to the lines by which the projection of it is

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

projection; dans quelque situation que se trouve le plan de projection, toutes les projections de cette courbe sont des lignes droites, dont les divisions faites par des parallèles menées de plusieurs points de la courbe, sont toujours en même proportion avec les abscisses coordonnées de cette courbe. *Fig. 99.*

Démonstration. 1.° Dans le cas proposé, toutes les lignes de projection se trouvant dans le plan même de la courbe, il est évident qu'elles aboutissent toutes à la commune intersection du plan de la courbe avec le plan de projection, et que par conséquent toutes les projections qu'on peut faire de la courbe, sont des lignes droites.

2.° Soit l'ellipse A B C D A, projetée de cette manière sur deux plans dont les traces sont K L à l'intérieur, ou F G à l'extérieur de la courbe; et a, b, c, ou *a, b, c,* des points quelconques de la courbe projetés par des lignes quelconques parallèles entre elles en f, e, d, sur K L, et en *f, e, d,* sur F G. Les mêmes parallèles coupent l'axe A C et sa parallèle F H en g, h, i, et *g, h, i.* Or les triangles X f g, X e h, X d i, sont semblables entre eux, et donnent f e : e d :: g h : h i; et il en est de même des triangles F *f g*, F e h, F *d i*, qui donnent *g h : h i* ou leurs égales g h : h i :: *f e : e d.* Donc les divisions f e, e d, faites sur la projection intérieure K L, ou *f e, e d,* faites sur la projection extérieure F G par les projections des points a, b, c, ou *a, b, c,* de la courbe, sont respectivement entre elles comme les abscisses coordonnées g h, h i, que les projections des mêmes points déterminent sur l'axe A C de la courbe.

Scholie. Il suit de là que, malgré l'extrême transformation que la projection fait quelquefois d'une courbe en une ligne droite, les parties n'en sont pas moins dans le même rapport entre elles, et peuvent faire reparaître la courbe dans son état naturel par une opération inverse.

57. D'après cela, on ne sera point étonné d'entendre qu'une seule projection ne suffit pas pour donner une idée complète des objets qu'on veut représenter. Des corps très-différens de forme peuvent donner des projections de même figure : ainsi un hexagone régulier peut être le plan d'un prisme hexagonal droit, d'une pyramide droite hexagonale, et d'un cube posé directement sur un de ses angles. Un cercle peut de même être la projection horizontale d'une sphère, d'un sphéroïde, d'un cylindre droit ou d'un cône droit. La *Fig. 100* présente en plan la même spirale logarithmique; et, d'une part, c'est l'expression d'une hélice qui serpente d'une manière fort régulière à la surface d'un cône, et, de l'autre, c'est celle d'une hélice tracée à la surface d'une sphère, suivant une marche qui ne présente à l'œil aucune régularité.

Il faut donc au moins deux projections pour représenter complétement un objet : les plus usitées sont l'horizontale, que les praticiens nomment *plan,* et la verticale de face, qu'ils nomment *élévation.* Souvent ils en ajoutent une troisième, qu'ils appellent *profil,* pour les parties qui sont vues de côté; et à cet égard ils ne s'assujettissent à aucune limite, et, en les prenant toujours perpendiculaires au plan, ils font autant de *profils* qu'ils croient nécessaire d'en faire pour faire connaître tous les détails de l'objet.

Application.

58. Problème. Étant données les projections horizontale B C′ et verticale b c d'une ligne, et celles

die Zeichnung dieser krummen Linie vornimmt, so ist die Vorstellung dieser krummen Linie eine gerade Linie, welche durch Parallellinien, die aus verschiedenen Punkten der krummen Linie gezogen wurden, getheilt worden ist, und wobei diese Theilungen jederzeit mit den coordinirten Abscissen dieser krummen Linie *(Fig. 99)* in demselben Verhältnisse stehen.

Beweis. 1.° Da sich in dem gegebenen Falle sämmtliche Projectionslinien in dem Plane der krummen Linie selbst befinden, so müssen sie nothwendig alle bis zu der gemeinschaftlichen Linie gehen, wo sich der Plan der krummen Linie mit dem Projectionsplane durchschneidet; woraus denn folgt, dass alle Projectionen, welche aus der krummen Linie gemacht werden können, sämmtlich gerade Linien sind.

2.° Wir nehmen die Ellipse A B C D A an, welche auf diese Weise auf zwei Plänen gezeichnet ist, welche aussen an der krummen Linie mit F G, und im Innern mit K L bemerkt sind; a, b, c, oder *a, b, c,* sind beliebige Punkte der krummen Linie, welche durch beliebige, mit einander in f, e, d, nach K L, und in *f, e, d,* nach F G parallel laufende Linien bemerkt sind : dieselben Parallellinien durchschneiden die Axe A C und die mit ihr gleich laufende Linie F H, bei g, h, i, und *g, h, i.* Nun sind aber die Dreiecke X f g, X e h, X d i einander gleich, und geben f e : e d :: g h : h i; dasselbe gilt von den Dreiecken F *f g*, F e h, F *d i*, welche geben *g h : h i*, oder den gleichen Werth g h : h i :: *f e : e d :* folglich stehen die Theilungen f e, e d, welche auf der innern Zeichnung K L, oder *f e, e d,* welche auf der äussern Zeichnung F G durch die Punkte a, b, c, oder *a, b, c,* der krummen Linie gemacht worden sind, unter einander in dem nämlichen Verhältnisse wie die coordinirten Abscissen g h, h i, welche auf der Axe A C der krummen Linie durch die nämlichen Punkte angegeben worden sind.

Anmerkung. Hieraus folgt, dass ohnerachtet der grossen Veränderung wodurch die Projection bisweilen eine krumme Linie in eine gerade umbildet, die Bestandtheile derselben nichts destoweniger unter einander in dem nämlichen Verhältnisse bleiben, und die krumme Linie durch eine entgegengesetzte Operation wieder so hergestellt werden kann, wie sie anfänglich war.

57. Diesem zufolge wird die Behauptung, dass durch eine einzige Projection die betreffenden Gegenstände auf eine anschauliche Weise nicht dargestellt werden können, niemanden befremdend vorkommen. Sehr verschiedentlich gestaltete Körper können Projectionen von derselben Form veranlassen : so kann ein regelmässiges Sechseck zu gleicher Zeit der Plan eines geraden sechseckigen Prismatis, einer geraden sechseckigen Pyramide und eines auf einen seiner Winkel gerade gestellten Würfels seyn. Eben so kann ein Zirkel die horizontale Vorstellung einer Kugel, einer Afterkugel, eines geraden Cylinders oder eines geraden Kegels seyn. Die *Fig. 100* zeigt im Grundrisse eine und dieselbe logarithmische Spirallinie; und doch stellt sie in dem einen Falle eine Schraubenlinie, welche sich auf eine sehr regelmässige Weise um die Oberfläche eines Kegels windet, im zweiten Falle aber ebenfalls eine Schraubenlinie vor, welche aber auf der Oberfläche einer Kugel gezeichnet ist, und sich dem Auge nicht unter einer so regelmässigen Gestalt darstellt als die erste.

Es werden daher zur vollständigen Darstellung eines Gegenstandes wenigstens zwei Projectionen erfordert. Die gewöhnlichsten sind die horizontale oder der Grundriss; und die verticale oder der Aufriss. Sehr oft wird auch noch eine dritte angewendet, welche das Profil heisst. Diese letztere stellt die Gegenstände von der Seite dar, und ist an keine Einschränkungen gebunden. Diese Gegenstände werden mit dem Grundrisse perpendicular vorgestellt, und man macht so viel Profile als man zur vollständigen Ansicht sämmtlicher Theile nöthig erachtet.

Anwendung.

58. Problem. Es wird gegeben die horizontale Projection B C′, und die verticale b c, einer Linie,

made; in whatever situation would be the plan of projection, all the projections of this curve are right lines, whose divisions made by parallels brought through several points of the curve, are always in the same proportion with the abscisses coordinate of this curve. *Fig. 99.*

Demonstration. 1.° In the proposed case, all the lines of projection being found in the very plan of the curve, it is evident that they all end at the common intersection of the plan of the curve with the plan of projection, and accordingly all the projections of the curve that may be made, are right lines.

2.° Let it be the ellipsis A B C D A, projected in this way on two plans whose traces are K L inside, or F G outside the curve; and a, b, c, or *a, b, c,* points whatever of the curve projected by lines whatever parallels to each other in f, e, d, on K L, and in *f, e, d,* on F G. The same parallels cross the axis A C and its parallel F H in g, h, i, and *g, h, i.* But the triangles X f g, X e h, X d i, which are alike to each other, give f e : e d :: g h : g i; and it is the same for triangles F *f g*, F e h, F *d i*, which give *g h : h i*, or their equals g h : h i :: *f e : e d.* Therefore the divisions f e, e d, made on the internal projection K L, or *f e, e d,* made on the external projection F G by the projections of the points a, b, c, or *a, b, c,* of the curve, are to each other as the coordinate abscisses g h, h i, which the projections of the same points caused on the axis A C of the curve.

Scholion. From hence it follows that, in spite of the remarkable transformation that takes place sometimes when a curve turns into a right line, the parts of it are all the same with regard to each other, and may make the curve appear again in its natural state by a contrary operation.

57. Consequently it is not surprising to hear that only one projection is not sufficient to give a complete idea of the things we want to represent. Bodies of a very different form can give projections of the same figure : thus a regular hexagon can be the plan of a right hexagonal prism, of a right hexagonal pyramid, and of a cube placed quite on one of its angles. A circle can also be the horizontal projection of a sphere, of a spheroïd, of a right cylinder, or of a right cone. One may see, in the *Fig. 100,* the plan of the same logarithmic spiral line; and, on one part, it is the representation of an helix which goes winding round in a very regular manner at the surface of a cone, and, on the other, it is the expression of an helix drawn at the surface of a sphere in an apparently irregular way.

There must be then at least two projections to represent completely an object : the most used are the horizontal one, which, in the practical language, is called *plan,* and the vertical in front, which is called *elevation.* To those is often added a third called *profile,* for the parts which are seen sideways; and with regard to this no fixed limit is imposed, and one may, taking them always perpendicular to the plan, draw as many profiles as it is thought necessary to make well known every detail of the object.

Application.

58. Problem. Being given the horizontal projection B C′ and the vertical one b c of a line, and

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un point A, a, d'une autre ligne que l'on sait être parallèle à la première, faire les projections de cette seconde ligne. *Fig. 101.*

Solution. Par les points A et a, projections du point situé dans la seconde ligne, menez des droites respectivement parallèles aux projections BC', bc de la première ligne : ces droites DE, de, seront les projections de la seconde ligne.

Démonstration. BC' est l'intersection du plan horizontal de projection par un plan passant par la première ligne, et qui serait perpendiculaire à ce plan horizontal. Or, puisque la seconde ligne est parallèle à la première, un autre plan qui passerait par cette seconde ligne, et qui serait aussi vertical, serait parallèle à celui qui passe par la première; il couperait donc le plan horizontal en une ligne parallèle à BC'. Mais, d'un autre côté, cette intersection doit passer par le point A, qui est la projection d'un des points de cette seconde ligne. Donc la projection horizontale de la seconde ligne doit être parallèle à celle de la première, et passer par la projection horizontale donnée de l'un des points de cette seconde ligne.

On démontrerait de même que sa projection verticale doit passer par la projection verticale du point donné, et être parallèle à la projection verticale de la première ligne.

59. Problème. Étant données les traces AB, Bc, d'un plan, et les projections D, d, d'un point situé dans un autre plan parallèle au premier, trouver les traces de ce second plan. *Fig. 102.*

Observation. Pour former la projection d'un plan, si l'on voulait projeter tous ses points, ou même seulement un certain nombre, il n'en résulterait que de la confusion. Mais, puisque deux lignes qui se croisent déterminent la position d'un plan, pour projeter un plan il suffit de projeter deux lignes quelconques qui se croisent dans ce plan : or, les lignes par lesquelles le plan proposé coupe les deux plans de projection, ayant la même propriété à cet égard que toutes les autres, on les préfère dans la pratique des projections, parce que, chacune de ces lignes ayant pour l'une de ses projections l'intersection commune des deux plans de projection, les projections d'un plan se réduisent à deux lignes que l'on appelle les *traces* de ce plan.

Il résulte de là, 1.° que les deux traces d'un plan se coupent toujours à l'intersection commune des deux plans de projection; 2.° que, quand on a l'une des traces d'un plan, il suffit d'avoir un point de l'autre pour la trouver.

Solution. D*g*, parallèle à AB, est la projection horizontale d'une droite horizontale menée dans le plan proposé par le point qui est projeté en D et d; et *g*, celle du point où cette horizontale pénètre le plan vertical de projection; d*h* est la projection verticale de la même horizontale. Ainsi le point *h*, intersection de d*h* par *gh*, qui est perpendiculaire en *g* à l'intersection commune des deux plans de projection, est réellement un point du plan proposé, et par conséquent un des points de sa trace verticale. Donc cette trace doit être *h*E, parallèle à cB; d'où il suit que la trace horizontale doit être EF, parallèle à AB.

On aurait une construction pareille et le même résultat, en menant par le point d une parallèle à cB, et par D une parallèle à *CH*.

Démonstration. Imaginons un plan horizontal qui passe par le point du plan proposé, qui est projeté en D : il coupera le plan proposé en une droite nebst der eines Punktes A, a, einer andern mit der ersten parallel laufenden Linie; wie werden die Projectionen dieser zweiten Linie gemacht? *Fig. 101.*

Auflösung. Man führe gerade, mit den Projectionen BC', bc der ersten Linie parallel laufende Linien durch die Punkte A und a, welche die Projectionen des in der zweiten Linie befindlichen Punktes sind; worauf diese geraden Linien DE, de, die Projectionen der zweiten Linie seyn werden.

Beweis. BC' ist die Linie wo sich der horizontale Projectionsplan mit einem andern durchschneidet, welcher durch die erste Linie geht, und mit dem horizontalen Plane perpendicular seyn würde. Da nun die zweite Linie mit der ersten parallel ist, so würde ein anderer Plan, welcher durch diese zweite Linie gienge, und ebenfalls vertical seyn würde, mit demjenigen Plane parallel seyn, welcher durch die erste Linie geht; er würde folglich den horizontalen Plan in eine mit BC' parallel laufende Linie zerschneiden. Von der andern Seite muss die Durchschnittslinie durch den Punkt A gehen, welcher die Projection von einem der Punkte dieser zweiten Linie ist. Die horizontale Vorstellung der zweiten Linie muss folglich mit der ersten Linie parallel seyn, und durch die gegebene horizontale Projection eines der Punkte dieser zweiten Linie gehen.

Eben so lässt sich auch beweisen, dass die verticale Projection derselben durch die verticale Projection des gegebenen Punktes gehen, und mit der verticalen Vorstellung der ersten Linie parallel seyn muss.

59. Problem. Es werden gegeben die Linien AB, Bc, eines Planes, nebst den Projectionen D, d, eines Punktes, welcher sich in einem andern, mit dem ersten parallel gehenden Plane befindet; wie erhält man die Linien dieses zweiten Planes? *Fig. 102.*

Anmerkung. Wenn man bei der Zeichnung eines Planes alle darin enthaltenen Punkte oder auch nur eine gewisse Anzahl derselben angeben wollte, so entstände daraus nichts als Verwirrung. Da nun die Aufstellung eines Planes durch zwei sich kreuzende Linien bewirkt wird, so ist es zur Projection desselben genug, wenn man zwei in diesem Plane sich kreuzende Linien zeichnet. Und da die Linien vermittelst welcher der gegebene Plan die beiden Projectionspläne durchschneidet, in dieser Rücksicht dieselben Eigenschaften haben, wie alle übrigen, so werden sie in der Praxis bei den Projectionen vorgezogen; denn da eine jede von diesen Linien zu einer ihrer Projectionen den gemeinschaftlichen Durchschnitt beider Pläne hat, so lassen sich die Projectionen eines Planes auf zwei einfache Linien reduciren.

Hieraus folgt, 1.° dass diese beiden Linien eines Planes sich jederzeit auf dem gemeinschaftlichen Durchschnitte der beiden Projectionspläne durchschneiden; 2.° Dass wenn man eine von diesen Linien hat, so braucht man, bloss einen Punkt der andern um solche zu finden.

Auflösung. Die Linie D*g*, welche mit AB parallel geht, ist die horizontale Vorstellung einer geraden horizontalen Linie, welche in dem gegebenen Plane durch den bei D und d angegebenen Punkt gezogen ist; *g* ist die Vorstellung des Punktes, bei welchem diese horizontale Linie in den verticalen Projectionsplan geht: d*h* ist die verticale Projection der nämlichen horizontalen Linie. Diesem zufolge ist der Punkt *h*, wo d*h* von *gh* durchschnitten wird, welche letztere Linie bei *g* mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitte der beiden Projectionspläne perpendicular ist, ein wirklicher Punkt des gegebenen Planes, und diesem zufolge einer von den Punkten der verticalen Linie desselben. Diese Linie muss also seyn *h*E, parallel mit cB; woraus folgt, dass die horizontale Linie seyn muss EF, parallel mit AB.

Eine ähnliche Zusammenstellung wird nebst dem nämlichen Resultate dann Statt haben, wenn man durch den Punkt d eine mit cB parallel laufende, und durch D eine mit *CH* parallel gehende Linie führte.

Beweis. Man denke sich einen horizontalen Plan, welcher durch den Punkt des gegebenen und bei D bemerkten Planes geht: er wird den gegethat ones of a point A, a, of another line which is known to be parallel to the first, to make the projections of this second line. *Fig. 101.*

Solution. Through the points A and a, projections of the point situated in the second line, bring right lines respectively parallel to the projections BC', bc, of the first line : those right lines DE, de, will be the projections of the second line.

Demonstration. BC' is the intersection of the horizontal plan of projection by a plan passing by the first line, and which would be perpendicular to this horizontal plan. But, since the second line is parallel to the first, another plan which would pass by this second line, and which would be too a vertical one, would be parallel to the one which passes by the first; it would then cut the horizontal plan in one line parallel to BC'. But, on the other side, this intersection ought to pass by the point A, which is the projection of one of the points of this second line. Then the horizontal projection of the second line ought to be parallel to the one of the first, and to pass by the horizontal projection given of one of the points of this second line.

One might on the same manner demonstrate that its vertical projection ought to pass by the vertical projection of the given point, and to be parallel to the vertical projection of the first line.

59. Problem. Being given the traces AB, Bc of a plan, and the projections D, d, of a point situated in another plan parallel to the first, to find the traces of this second plan. *Fig. 102.*

Observation. If, to form the projection of a plan, one would make all its points project, or even a certain number of them, nothing but confusion would result of it. But, since two lines crossing each other determine the position of a plan, to take the projection of a plan it is enough to take the projection of two lines whatever crossing each other in that plan : but the lines by which the proposed plan cuts the two plans of projection, having with respect to that the same property as all the others, they are preferred in the practical use of projections, because, each of those lines having for one of its projections the common intersection of the two plans of projection, the projections of a plan are limited to two lines which are called the *traces* of that plan.

Hence it results, 1.° that the two traces of that plan always cut each other at the common intersection of the two plans of projection; 2.° that, having one of the traces of a plan, it is enough to have a point of the other to find it out.

Solution. D*g*, parallel to AB, is the horizontal projection of an horizontal right line drawn in the proposed plan by the point which is projected in D and d; and *g*, that of the point where this horizontal line penetrates the vertical plan of projection : d*h* is the vertical projection of the same horizontal line. Thus the point *h*, the intersection of d*h* by *gh*, which is perpendicular in *g* to the common intersection of the two plans of projection, is really a point of the proposed plan, and accordingly one of the points of its vertical trace. Then that trace ought to be *h*E, parallel to cB; whence it follows that the horizontal trace ought to be EF parallel to AB.

One would have the same construction and the same result, by drawing through the point d a parallel to cB, and by D a parallel to *CH*.

Demonstration. Let it be supposed an horizontal plan passing by the point of the proposed plan projected in D : it will cut the proposed plan in an

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

horizontale dont la projection horizontale sera D g, puisqu'elle doit passer par le point D et être parallèle à AB, qui est l'intersection du plan donné par le plan horizontal de projection; en sorte que g est la projection horizontale du point où cette droite horizontale rencontre le plan vertical de projection, et que ce point doit être nécessairement sur $g\,h$ perpendiculaire à CH, et représentant une ligne verticale.

Mais la projection verticale de la même droite horizontale est $d\,h$; puisque c'est la trace verticale du plan horizontal que nous avons supposé, renfermant les projections verticales de toutes les lignes qu'on peut tracer dans ce plan horizontal.

Donc ce point h appartient en même temps au plan vertical de projection, au plan horizontal que nous avons supposé, et au second plan proposé. Il est donc un des points de la trace verticale du plan proposé; et comme cette trace doit être parallèle à Bc, elle doit être la droite hE; et par la même raison, la trace horizontale sera EF.

Scholie. On pourrait faire une construction pareille en partant du point d; et on la démontrerait de même par la considération d'un plan parallèle au plan vertical de projection, et passant aussi par le point dont les projections sont D et d.

60. Problème. Étant données les traces AB, Bc, d'un plan, et les projections D, d, d'un point situé hors de ce plan, construire les projections de la perpendiculaire qu'on abaisserait de ce point sur le plan, et le pied de cette perpendiculaire sur le plan donné. *Fig. 103.*

Solution. Fig. 103. La droite DF, perpendiculaire abaissée du point D sur AB, est la trace horizontale d'un plan vertical qu'on ferait passer par la perpendiculaire qu'il est question de mener du point projeté en D et d sur le plan ABc: car ce plan vertical serait perpendiculaire au plan ABc. Ainsi cette trace DF contient, 1.° la projection horizontale de la perpendiculaire demandée; 2.° celle du pied de cette perpendiculaire; 3.° celle de l'intersection commune du plan ABc par le plan vertical dont il vient d'être parlé, intersection dont E est le pied, F la projection horizontale du sommet, et f le sommet, puisque Ff est la trace verticale du plan vertical supposé ci-dessus.

Si donc on mène Ee perpendiculaire à CH, e sera la projection verticale du pied E de la même intersection, et fe celle de l'intersection entière, sur laquelle doit se trouver aussi la projection verticale du pied de la perpendiculaire en question.

Mais dg, perpendiculaire menée du point d sur Bc, est aussi la trace verticale d'un plan qu'on ferait passer par la perpendiculaire en question, et qui serait lui-même perpendiculaire au plan vertical de projection. Donc dg renferme aussi, 1.° la projection verticale de la perpendiculaire proposée; 2.° celle du pied de cette perpendiculaire: en sorte que celui-ci ne peut avoir pour projection verticale que le point g, intersection de dg par fe; et cette projection g du pied de la perpendiculaire, renvoyée sur DF par une perpendiculaire à CH, donne le point G pour projection horizontale du même point.

On aurait une construction semblable et le même résultat, en menant d'abord la perpendiculaire dg à Bc jusqu'à la rencontre de CH. *Fig. 104.*

61. Problème. Étant données, 1.° les projections d'une ligne AB, ab; 2.° celles d'un point situé hors

benen Plan in eine gerade horizontale Linie zerschneiden, deren horizontale Vorstellung Dg seyn wird; denn dieselbe muss durch den Punkt D gehen, und mit AB, wo der gegebene Plan von dem horizontalen Projectionsplane durchschnitten wird, parallel seyn; so dass also g die horizontale Vorstellung des Punktes ist, wo diese gerade horizontale Linie mit dem verticalen Projectionsplane zusammentrifft, und wobei dieser Punkt in $g\,h$ nothwendigerweise mit CH perpendicular seyn, und eine verticale Linie vorstellen muss.

Die verticale Projection der nämlichen horizontalen Linie ist aber $d\,h$, weil die verticale Linie des horizontalen Planes, welchen wir angenommen haben, die verticalen Projectionen aller Linien enthält, welche sich in diesem horizontalen Plane ziehen lassen.

Diesem zufolge gehört dieser Punkt h sowohl zum verticalen Projectionsplane, als auch zum horizontalen Plane, welchen wir angenommen haben, als endlich auch zum gegebenen zweiten Plane. Er ist folglich einer von den Punkten, welche die verticale Linie des gegebenen Planes enthält. Und da diese Linie mit Bc parallel seyn muss, so muss sie die gerade Linie hE seyn, so wie auch aus dem nämlichen Grunde EF die horizontale Linie seyn wird.

Anmerkung. Ein ähnliches Resultat würde sich ergeben, wenn man von dem Punkte d ausgienge; der Beweis flösse wiederum aus der Annahme eines Plans, welcher mit dem verticalen Projectionsplane parallel wäre, und ebenfalls auch durch den Punkt Dd gienge.

60. Problem. Es werden die Linien AB, Bc, eines Plans, und die Projectionen D, d, zu einem ausserhalb diesem Plane befindlichen Punkte gegeben; wie werden die Projectionen der Perpendicularlinie, welche von diesem Punkte auf den Plan herabgezogen würde, nebst den Projectionen des Fusses der Perpendicularlinie gezeichnet? *Fig. 103.*

Auflösung. Die perpendiculare gerade Linie DF, welche von dem Punkte D auf AB herabgeht, ist die horizontale Vorstellung eines verticalen Planes, den man durch die perpendiculare Linie, welche von dem bei D und d angegebenen Punkte auf den Plan ABc gezogen werden soll, hindurchführen würde; denn dieser verticale Plan wäre mit dem Plane ABc perpendicular. Diesem zufolge enthält die Linie DF: 1.° die horizontale Vorstellung der verlangten Perpendicularlinie; 2.° die des Fusses dieser Perpendicularlinie; 3.° die des gemeinschaftlichen Durchschnittes, wo der Plan ABc von dem erwähnten verticalen Plane durchschnitten wird; bei welchem Durchschnitte E der Fuss, F die horizontale Vorstellung der Höhe, und f die Höhe selbst ist; indem Ff die verticale Linie des oben angenommenen verticalen Planes ist.

Wenn man also Ee mit CH perpendicular zieht, so giebt e die verticale Vorstellung vom Fusse E des nämlichen Durchschnitts, und fe die des ganzen Durchschnitts, aufwelchem sich auch die verticale Projection des Fusses der fraglichen Perpendicularlinie befinden muss.

Die Perpendicularlinie dg, welche von dem Punkte d auf Bc geführt worden, ist ihrerseits ebenfalls auch die verticale Linie eines Planes, den man durch die fragliche Perpendicularlinie hindurchführen würde, und welcher seinerseits selbst mit dem verticalen Projectionsplane perpendicular seyn würde. Diesem zufolge enthält dg ebenfalls auch: 1.° die verticale Vorstellung der gegebenen Perpendicularlinie; 2.° diejenige des Fusses dieser Perpendicularlinie; so dass die verticale Vorstellung dieses letztern keine andere als der Punkt g seyn kann, bei welchem dg von fe durchschnitten wird; diese Projection g, des Fusses der Perpendicularlinie, welche vermittelst einer mit CH perpendicular laufenden Linie auf DF geführt worden ist, giebt den Punkt G als horizontale Vorstellung des nämlichen Punktes.

Das nämliche Resultat würde sich durch eine ähnliche Zusammenstellung ergeben, wenn man zuvörderst die mit Bc perpendiculare Linie dg bis zum Zusammentreffen mit CH führte. *Fig. 104.*

61. Problem. Es werden, 1.° die Projectionen einer Linie AB, ab; 2.° die eines ausserhalb dieser

horizontal right line whose horizontal projection will be Dg, since it ought to pass by the point D, and to be parallel to AB, which is the intersection of the given plan by the horizontal plan of projection; and so g is the horizontal projection of the point where this horizontal right line meets the vertical plan of projection, and that point ought necessarily to be on $g\,h$ perpendicular to CH, and representing a vertical line.

But the vertical projection of the same horizontal right line is $d\,h$, since it is the vertical trace of the horizontal plan that we have supposed, including the vertical projections of all the lines that may be drawn in that horizontal plan.

Then this point h belongs at the same time to the vertical plan of projection, to the horizontal plan we have supposed, and to the second plan proposed. It is then one of the points of the vertical trace of the proposed plan; and as that trace ought to be parallel to Bc, it ought to be the right line hE; and, on the same reason, the horizontal trace must be EF.

Scholion. One might make a similar construction in setting of from the point d; and one would demonstrate it the same way by the consideration of a plan parallel to the vertical plan of projection, and passing too by the point whose projections are D and d.

60. Problem. Being given the traces AB, Bc, of a plan, and the projections D, d, of a point situated out of that plan, to draw the projections of the perpendicular line that one might let down from that point on the plan, and the foot of this perpendicular on the given plan. *Fig. 103.*

Solution. Fig. 103. The right line DF, a perpendicular let down from the point D on AB, is the horizontal trace of a vertical plan that would be made to pass by the perpendicular line that must be brought from the projected point in D and d on the plan ABc: for this vertical plan would be perpendicular to the plan ABc. Thus this trace DF contains, 1.° the horizontal projection of the perpendicular asked; 2.° the projection of the foot of this perpendicular; 3.° that one of the common intersection of the plan ABc by the vertical plan just now mentioned, whose intersection E is the foot, F is the horizontal projection of the summit, and f the summit, since Ff is the vertical trace of the vertical plan before supposed.

If then Ee is drawn perpendicular to CH, e will be the vertical projection of the foot E of the same intersection, and fe that one of the whole intersection, on which the vertical projection of the mentioned perpendicular ought to be found.

But dg, perpendicular brought from the point d on Bc, is also the vertical trace of a plan that would pass by the mentioned perpendicular, and which would be himself perpendicular to the vertical plan of projection. Then dg contains also, 1.° the vertical projection of the proposed perpendicular; 2.° that one of the foot of this perpendicular: so that this can't have any other vertical projection but the point g, intersection of dg by fe; and that projection g of the foot of the perpendicular, sent back on DF by a perpendicular to CH, gives the point G for the horizontal projection of the same point.

One would have the same construction and result by bringing first the perpendicular dg to Bc, up to the meeting CH. *Fig. 104.*

61. Problem. Being given, 1.° the projections of a line AB, ab; 2.° those of a point situated out

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cette ligne, D d : construire, 1.° les traces d'un plan perpendiculaire à cette ligne et passant par le point donné; 2.° les projections du point où la ligne donnée pénètre le plan demandé; 3.° les projections de la perpendiculaire menée du point donné à la ligne donnée.

Solution. Fig. 105. Puisque le plan demandé est perpendiculaire à la ligne donnée, ses traces seront nécessairement perpendiculaires aux projections données de la ligne. Ainsi D e, perpendiculaire menée du point D à A B, est parallèle à la trace horizontale du plan demandé, et est la projection horizontale d'une ligne horizontale qu'on menerait dans le plan demandé par le point donné; d e en est la projection verticale; e, la projection horizontale du point où cette horizontale pénètre le plan vertical; *e*, le point réel de cette pénétration, point qui appartient aussi au plan demandé, et conséquemment à sa trace verticale : cette trace verticale sera donc e c, perpendiculaire à a b, et la trace horizontale sera conséquemment C' H', perpendiculaire à A B.

2.° A B (n.° 60) peut être considéré comme trace horizontale d'un plan vertical passant par la ligne donnée, et perpendiculaire au plan trouvé (sa trace verticale est *a* f). Cette ligne *a* B contient donc la projection horizontale, 1.° du point où la ligne donnée pénètre le plan trouvé; 2.° de la commune intersection de ce plan vertical avec le plan trouvé. F est le pied de cette intersection, et a pour projection verticale le point *f*; f en est le sommet : en sorte que f *f* est la projection verticale de la même intersection, et contient aussi celle du point où la ligne donnée pénètre le plan trouvé.

Mais a b, qui est, de son côté, la trace verticale d'un plan mené par la ligne donnée perpendiculairement au plan vertical de projection, contient aussi nécessairement la projection verticale du même point de pénétration.

Donc la projection verticale du point où la ligne donnée pénètre le plan trouvé est *g*, intersection des deux droites qui la contiennent; et ce point *g*, renvoyé, par une perpendiculaire à *C H*, sur A B, qui en contient la projection horizontale, donne le point G pour l'autre projection du même point de pénétration.

3.° La perpendiculaire menée du point donné à la ligne donnée, étant nécessairement dans le plan trouvé (puisque ce plan passe par le point donné, et qu'il est perpendiculaire à la ligne donnée), a un de ses points projeté en D et d, et un autre en G et *g*. Donc les projections de cette perpendiculaire sont D G et d *g*.

Scholie. En considérant d'abord dans le plan vertical de projection une droite d e perpendiculaire à a b, on aurait une construction semblable, qui donnerait le même résultat. *Fig. 106.*

62. Problème. Deux plans étant donnés par le moyen de leurs traces respectives, A B c pour l'un, A D c pour l'autre, construire les projections de leur commune intersection. *Fig. 107.*

Solution. Le point A, étant commun aux traces horizontales des deux plans, est nécessairement la projection horizontale d'un point commun aux deux plans, à l'endroit où chacun de ces plans pénètre le plan horizontal de projection. C'est donc le point réel

Linie gelegenen Punktes D d, gegeben; wie zeichnet man, 1.° die Linien zu einem mit dieser Linie perpendicular laufenden und durch den gegebenen Punkt gehenden Plane; 2.° die Projectionen des Punktes, wo die gegebene Linie in den verlangten Plan hinein geht; 3.° die Projectionen der von dem gegebenen Punkte auf die gegebene Linie geführten Perpendicularlinie?

Auflösung. Fig. 105. Da der verlangte Plan mit der gegebenen Linie perpendicular ist, so müssen die Vorstellungen desselben nothwendigerweise mit den gegebenen Projectionen der Linie perpendicular seyn. Diesem zufolge ist die von dem Punkte D nach A B geführte Perpendicularlinie D e, mit der horizontalen Linie des verlangten Planes parallel; auch ist sie die horizontale Projection einer horizontalen Linie, welche man in dem verlangten Plane durch den gegebenen Punkt führen würde; d e ist die verticale Vorstellung derselben; e ist die horizontale Vorstellung des Punktes, wo diese horizontale Linie in den verticalen Plan hinein geht; *e* ist der wahre Punkt dieses Einganges, und macht ebenfalls einen Bestandtheil des gegebenen Planes, und folglich auch der verticalen Linie desselben aus. Diese verticale Linie wird folglich die mit a b perpendicular gehende Linie e c, und die horizontale die mit A B perpendicular gehende Linie C' H' seyn.

2.° A B (N.° 60) kann als horizontale Linie eines verticalen Planes betrachtet werden, welcher durch die gegebene Linie geht, und mit dem gefundenen Plane perpendicular läuft (die verticale Linie desselben ist *a* f). Diese Linie *a* B enthält folglich die horizontale Vorstellung, 1.° des Punktes wo die gegebene Linie in den gefundenen Plan geht; 2.° des gemeinschaftlichen Durchschnitts, wo sich dieser verticale Plan mit dem gefundenen Plan durchschneidet. F ist der Fuss dieses Durchschnittes; die verticale Projection desselben ist der Punkt *f*; f ist die Höhe desselben; so dass f *f* die verticale Vorstellung des nämlichen Durchschnitts ist, und zugleich auch die Projection des Punktes enthält, wo die gegebene Linie in den gefundenen Plan hinein geht.

Von der andern Seite enthält die Linie a b, welche ihrerseits die verticale Linie eines durch die gegebene Linie geführten, und mit dem verticalen Projectionsplane perpendicular laufenden Planes ist; diese Linie enthält ebenfalls auch die verticale Projection des nämlichen Punktes, bei welchem der Eingang Statt findet.

Die verticale Vorstellung des Punktes, wo die gegebene Linie in den gefundenen Plan hinein geht, ist folglich *g*, wo sich die beiden geraden daselbst befindlichen Linien durchschneiden; und dieser Punkt *g*, welcher vermittelst einer mit *C H* perpendicular gehenden Linie auf dessen horizontale Projection A B zurück geführt worden ist, giebt den Punkt G, welcher die andere Projection des nämlichen Punktes ist, wo der Eingang geschieht.

3.° Die perpendiculare Linie, welche von dem gegebenen Punkte auf die gegebene Linie geführt worden ist, und sich nothwendigerweise in dem gefundenen Plane befindet (indem dieser Plan durch den gegebenen Punkt geht, und mit der gegebenen Linie perpendicular ist), hat einen ihrer Punkte bei D und d, und einen andern bei G und *g*. Die Projectionen dieser Perpendicularlinie sind diesem zufolge D G und d *g*.

Anmerkung. Nähme man in dem verticalen Projectionsplane eine gerade Linie d e an, welche mit a b perpendicular wäre, so ergäbe sich daraus eine ähnliche Zusammenstellung nebst dem nämlichen Resultate. *Fig. 106.*

62. Problem. Zwei Pläne werden vermittelst ihrer respectiven Linien A B c für den einen, und A D c für den andern gegeben; wie werden die Projectionen ihres gemeinschaftlichen Durchschnitts gezeichnet? *Fig. 107.*

Auflösung. Da der Punkt A zu den horizontalen Linien der beiden Pläne gemeinschaftlich gehört, so ist er nothwendigerweise die horizontale Vorstellung eines Punktes, welcher beiden Plänen da gemein ist, wo jeder derselben in den horizon-

of that line, D d : to establish, 1.° the traces of a plan perpendicular to that line and passing by the given point; 2.° the projections of the point where the given line penetrates the asked plan; 3.° the projections of the perpendicular brought from the given point to the given line.

Solution. Fig. 105. Since the asked plan is perpendicular to the given line, its traces are necessarily perpendicular to the given projections of the line. Thus D e, a perpendicular brought from the point D to A B, is parallel to the horizontal trace of the asked plan, and is the horizontal projection of an horizontal line brought in the asked plan by the given point; d e is the vertical projection of it; e is the horizontal projection of the point where this horizontal penetrates the vertical plan; *e*, the real point of this penetration, which point belongs also to the asked plan, and accordingly to its vertical trace : this vertical trace will then be e c, perpendicular to a b; and the horizontal trace will accordingly be C' H', perpendicular to A B.

2.° A B (n.' 60) may be considered as the horizontal trace of a vertical plan passing by the given line, and perpendicular to the found plan (its vertical trace is *a* f). That line *a* B contains then the horizontal projection, 1.° of the point where the given line penetrates the found plan; 2.° of the common intersection of this vertical plan with the found plan. F is the foot of that intersection, and it has for vertical projection the point *f*; f is the summit of it : so that f *f* is vertical projection of the same intersection, and contains also the one of the point where the given line penetrates the found plan.

But a b, who, on its side, is the vertical trace of a plan brought by the given line perpendicularly to the vertical plan of projection, contains also necessarily the vertical projection of the same point of penetration.

Then the vertical projection of the point where the given line penetrates the found plan, is *g*, the intersection of the two right lines which contain it; and this point *g*, sent back, by a perpendicular to *C H*, on A B, which contains the horizontal projection of it, gives the point G for the other projection of the same point of penetration.

3.° The perpendicular brought from the given point to the given line, being necessarily in the found plan (since this plan passes by the given point, and is perpendicular to the given line), has one of its points projected in D and d, and another in G and *g*. Then the projections of that perpendicular are D G and d *g*.

Scholion. Considering first in the vertical plan of projection of a right line d e perpendicular to a b, one would have a construction alike, which would give the same result. *Fig. 106.*

62. Problem. Two plans being given by means of their respective traces, A B c for the one, A D c for the other, to establish the projections of their common intersection. *Fig. 107.*

Solution. The point A, being common to the horizontal traces of the two plans, is necessarily the horizontal projection of a point common to the two plans, at the place where each of those plans penetrates the horizontal plan of projection. It is then the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

où l'intersection commune des deux plans pénètre le plan horizontal de projection : ainsi A *a*, perpendiculaire à *C H*, donne en *a* la projection verticale du pied de l'intersection des deux plans.

On prouverait de même que c, intersection des deux traces verticales, est le sommet réel de l'intersection des deux plans donnés, et que la projection horizontale de ce sommet est en *c*.

Donc A *c* et *a* c sont les deux projections de l'intersection commune des deux plans proposés.

63. Problème. Deux plans étant donnés au moyen des traces respectives de chacun A B c, A D c, construire l'angle que ces plans font entre eux.

Solution. Fig. 108. Soit A *c* la projection horizontale de la commune intersection des deux plans donnés (projection que l'on trouve, *problème précédent*, en abaissant sur *CH* la perpendiculaire c *c*, et menant A *c*).

E F, perpendiculaire quelconque à A *c*, sera la trace horizontale d'un plan qu'on menerait perpendiculairement à la commune intersection des deux plans donnés, plan qui couperait les deux plans donnés en deux droites, qui, étant toutes les deux perpendiculaires à l'intersection des plans donnés, comprendraient entre elles un angle linéaire égal à l'angle plan que comprennent entre eux les plans donnés. Ainsi les intersections de ce troisième plan avec les plans donnés forment un triangle perpendiculaire à l'intersection commune des plans donnés, et dont la base est E F.

La hauteur réelle de ce triangle est une perpendiculaire élevée du point G sur l'intersection commune des plans donnés. Si donc vous portez *c* A et *c* G de *c* en *a* et en *g*, que vous meniez c *a* et sa perpendiculaire *g h*, c *a* sera la longueur réelle de l'intersection commune des plans donnés, et *g h* sera égale à la perpendiculaire élevée du point G sur cette commune intersection, parce que vous aurez rabattu sur le plan vertical de projection, par un mouvement de charnière exécuté sur *c c*, le triangle vertical formé par *c c*, *c* A et la commune intersection dont A est le pied et c le sommet, triangle qui contient la perpendiculaire élevée du point G sur cette commune intersection.

Portez donc *g h* de G en H', et menez E H' et F H' ; l'angle E H' F sera égal à l'angle plan ou à l'inclinaison réciproque des deux plans donnés, parce que vous avez rabattu, comme par un mouvement de charnière exécuté en E F, sur le plan horizontal de projection, le triangle incliné qui existerait dans le plan que nous avons supposé ci-dessus être perpendiculaire à l'intersection des deux plans donnés.

Scholie. En se procurant d'abord la projection verticale, *Fig. 109*, de l'intersection commune des plans donnés, on peut faire une construction semblable, qui donnerait nécessairement le même résultat.

64. Problème. Deux lignes qui se coupent dans l'espace, étant données au moyen de leurs projections respectives A B et a b, A C' et a c, construire l'angle que ces lignes forment entre elles.

Solution. Fig. 110. Après avoir prolongé, s'il le faut, jusqu'à l'intersection *C H*, les projections verticales données, b et c seront les projections verticales des points où les lignes données pénètrent le plan horizontal, et donneront en B et C', au moyen des perpendiculaires à *C H*, b B, c C', les traces

taten Projectionsplan hinein geht. Er ist folglich der wahre Punkt, wo der gemeinschaftliche Durchschnitt beider Pläne in den horizontalen Projectionsplan geht. Diesem zufolge giebt A *a*, welches mit *CH* perpendicular ist, in *a* die verticale Projection von dem Fusse des Durchschnitts, wo sich die beiden Pläne durchschneiden.

Eben so liesse sich auch beweisen, dass c, welches der Durchschnitt der beiden verticalen Linien ist, die wahre Höhe des Durchschnittes der beiden gegebenen Pläne ist, und dass die horizontale Vorstellung dieser Höhe in *c* enthalten ist.

Diesem zufolge sind A c und *a* c die beiden Projectionen vom gemeinschaftlichen Durchschnitt der beiden gegebenen Pläne.

63. Problem. Zwei Pläne werden vermittelst ihrer respectiven Linien ABc, ADc, gegeben; wie wird der Winkel gezeichnet, den diese Pläne zusammen bilden?

Auflösung. Fig. 108. A c sey die horizontale Projection des gemeinschaftlichen Durchschnitts der beiden gegebenen Pläne (Man findet diese Projection nach Maasgabe des vorhergehenden Problems, wenn man die Perpendicularlinie c c auf *CH* herabführt, und A c zieht).

E F, eine beliebige mit A *c* perpendiculare Linie, wird die horizontale Linie eines Planes seyn, welcher mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitte der beiden gegebenen Pläne perpendicular geht, und die beiden gegebenen Pläne in zwei gerade Linien durchschneidet; da diese beiden letztern mit dem Durchschnitte der gegebenen Pläne perpendicular sind, so müssen sie unter sich einen geometrischen Winkel begreifen, welcher dem flachen Winkel gleich ist, den die gegebenen Pläne unter sich begreifen. Diesem zufolge bilden die Durchschnitte dieses dritten Plans mit den gegebenen Plänen einen mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitte der gegebenen Pläne perpendicularen Triangel, dessen Basis E F ist.

Die wahre Höhe dieses Triangels ist eine vom Punkte G auf den gemeinschaftlichen Durchschnitt der gegebenen Pläne geführte Perpendicularlinie. Trägt man also *c* A und *c* G von *c* nach *a* und nach *g*; und zieht c *a*, nebst dessen Perpendicularlinie *g h*, so wird *e a* die wahre Länge des gemeinschaftlichen Durchschnitts der gegebenen Pläne seyn; und *g h* wird der von dem Punkte G auf diesen gemeinschaftlichen Durchschnitt geführten Perpendicularlinie gleich seyn; weil man vermittelst einer auf *c* c Statt gehabten scharnierförmigen Bewegung den von *c* c, *c* A und dem gemeinschaftlichen Durchschnitte, wovon A der Fuss und c die Höhe ist, gebildeten verticalen Triangel auf den verticalen Projectionsplan umgelegt hat; welcher Triangel die vom Punkte G auf diesen gemeinschaftlichen Durchschnitt geführte Perpendicularlinie enthält.

Man bringe also *g h* von G nach H', und ziehe E H' und F H'; der Winkel E H' F wird sodann dem flachen Winkel oder der wechselseitigen Neigung der beiden gegebenen Pläne gleich seyn; weil vermittelst einer bei E F Statt gehabten scharnierförmigen Bewegung, der sich neigende Triangel, welcher sich auf dem obgedacht angenommenen Plane mit dem Durchschnitte der beiden gegebenen Pläne perpendicular befindet, auf den horizontalen Projectionsplan herabgezogen worden ist.

Anmerkung. Mittelte man zuvörderst die verticale Projection *Fig. 109* des gemeinschaftlichen Durchschnitts der gegebenen Pläne aus, so erhielt man eine ähnliche Zusammensetzung, aus welcher sich das nämliche Resultat ergäbe.

64. Problem. Es werden zwei sich einander durchschneidende Linien vermittelst ihrer respectiven Projectionen A B und a b, A C' und a c gegeben; wie wird der Winkel, welchen diese Linien unter einander bilden, zusammengesetzt?

Auflösung. Fig. 110. Hat man nöthigenfalls bis zum Durchschnitte *CH*, die gegebenen verticalen Projectionen verlängert, so werden b und c die verticalen Vorstellungen der Punkte seyn, wo die gegebenen Linien in den horizontalen Plan gehen; sie werden ferner bei B und C', vermittelst der mit

real point where the common intersection of the two plans penetrates the horizontal plan of projection: thus A *a*, perpendicular to *CH*, gives in *a* the vertical projection of the foot of the intersection of the two plans.

One would prove in the same manner that c, the intersection of the two vertical traces, is the real summit of the intersection of two given plans, and that the horizontal projection of this summit is in *c*.

Therefore A *c* and *a*c are the two projections of the common intersection of the two proposed plans.

63. Problem. Two plans being given by means of the respective traces of each ABc, ADc, to establish the angle made between those two plans.

Solution. Fig. 108. Let A c be the horizontal projection of the common intersection of the two given plans (which projection is found, *preceding problem*, by letting down on *CH* the perpendicular c *c*, and drawing A *c*).

E F, a perpendicular whatever to A*c*, will be the horizontal trace of a plan drawn perpendicularly to the common intersection of the two given plans, which plan would cut the two given plans in two right lines, which, being both perpendicular to the intersection of the given plans, would include between them a linear angle equal to the plan angle included between the given plans. So that the intersections of that third plan with the given plans form a triangle perpendicular to the common intersection of the given plans, and whose basis is E F.

The real height of that triangle is a perpendicular drawn up from the point G on the common intersection of the given plans. If, therefore, you carry *c* A and *c* G from *c* to *a* and to *g*, if you draw c*a* and its perpendicular *g h*, e *a* will be the real length of the common intersection of the given plans, and *g h* will be equal to the perpendicular brought up from the point G on this common intersection, because you will have pulled down on the vertical plan of projection, by rotation on *c c*, the vertical triangle formed by *c c*, *c* A and the common intersection whose A is the foot and c the summit, which triangle contains the perpendicular brought up from the point G on that common intersection.

Bring then *g h* from G to H', and draw E H' and F H'; the angle E H' F will be equal to the plan angle or to the reciprocal inclination of the two given plans, because you will have pulled down, as by rotation in E F, on the horizontal plan of projection, the inclined triangle which would be in the plan supposed already to be perpendicular to the intersection of the two given plans.

Scholion. Finding first the vertical projection, *Fig. 109*, of the common intersection of the given plans, one can make a construction alike, which would give the same result.

64. Problem. Two lines cutting each other in the space, being given by means of their respective projections A B and a b, A C' and a c, to establish the angle formed between those lines.

Solution. Fig. 110. After having carried on, if necessary, up to the intersection *CH*, the vertical projections given, b and c will be the vertical projection of the points where the given lines penetrate the horizontal plan, and will give in B and C', by means of the perpendicular lines to *CH*, b B,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

horizontales des lignes données. Ainsi B C′ sera la base d'un triangle plus ou moins incliné formé par les deux lignes qui avaient été données sur cette base ; triangle dont la projection horizontale est A B C′.

La perpendiculaire A D étant la projection horizontale de la hauteur perpendiculaire de ce triangle, et la verticale *a* a en étant la projection verticale, puisque c'est la hauteur à laquelle les lignes données se croisent au-dessus du plan horizontal ; si l'on porte A D de *a* en *d*, et qu'on mène a *d*, ce sera la longueur réelle de la hauteur du triangle ci-dessus.

Ainsi il n'y a qu'à reporter a *d* de D en E ; les deux lignes B E, C′ E, feront entre elles l'angle B E C′, égal à celui que les lignes données font entre elles dans l'espace, puisque ce triangle B E C′ n'est autre chose que le triangle incliné dont on vient de parler, rabattu sur le plan horizontal de projection par un mouvement de rotation exécuté sur la base B C′ comme sur une charnière.

Scholie. On pourrait obtenir le même résultat par une construction semblable exécutée sur le plan vertical de projection, en commençant par se procurer les traces verticales b, c, *Fig. 111*, des deux lignes données (traces que l'on obtient en prolongeant les projections horizontales jusqu'à *C H*, puis élevant les perpendiculaires B b, C′ c, respectivement jusqu'aux projections verticales prolongées s'il le faut) ; alors b c se trouve base d'un triangle dont les lignes données sont les deux autres côtés, et qui est projeté verticalement en b a c : la hauteur perpendiculaire de ce triangle est projetée verticalement en d a, et horizontalement en *a* A, qui exprime la distance à laquelle le sommet du triangle se trouve être du plan vertical. Portant donc d a de *a* en *d*, on aura A *d* pour longueur réelle de la hauteur perpendiculaire du triangle ; et on la reportera de d en e pour avoir l'angle b e c du triangle réel, supposé rabattu sur le plan vertical par un mouvement exécuté sur b c.

65. Problème. Étant donné un plan dont les traces sont C′ D c, et une ligne dont les projections sont A B, a b, construire l'angle que la ligne fait avec le plan. *Fig. 112.*

Solution. Si l'on imagine une perpendiculaire abaissée d'un point quelconque de la ligne donnée sur le plan proposé, la ligne donnée fera avec cette perpendiculaire un angle qui sera le complément de celui qu'elle forme avec le plan. Ainsi déterminez, au moyen d'une perpendiculaire à *C H*, sur les projections de la ligne donnée, deux points B, b, qui soient les projections d'un même point de la ligne donnée, et de chacun de ces points menez ensuite des perpendiculaires B C′, b c, aux traces du plan : elles seront les projections de la perpendiculaire qu'on aurait abaissée sur le plan, à partir du point que l'on vient de déterminer ; en sorte qu'il n'est plus question que de construire l'angle compris entre cette perpendiculaire et la ligne donnée.

Si vous prolongez les projections verticales jusqu'à l'intersection commune en a et e, et si, par des perpendiculaires, vous renvoyez ces deux points sur les projections horizontales en A et en E, vous aurez les traces horizontales des deux lignes en question, qui forment avec la sous-tendante A E un triangle incliné, dans lequel l'angle opposé à A E est celui qu'on cherche. Et comme A B E est la projection horizontale de ce triangle ; que B F est celle de sa hauteur perpendiculaire, tandis que b *b* est la hauteur réelle du sommet au-dessus du plan horizontal, et par conséquent la projection verticale de

C H, b B, c C′, perpendicularen Linien die horizontalen Vorstellungen der gegebenen Linien anzeigen. Diesem zufolge wird B C′ die Basis eines mehr oder weniger geneigten, von den beiden auf dieser Basis gegebenen Linien gebildeten Triangels seyn, dessen horizontale Vorstellung A B C′ ist.

Da die Perpendicularlinie A D die horizontale Vorstellung der perpendicularen Höhe dieses Triangels ist, und da ferner die Verticallinie *a* a die verticale Projection desselben vorstellt, weil dieses die Höhe ist, bei welcher die gegebenen Linien sich über dem horizontalen Plane kreuzen ; so wird, wenn man A D von *a* nach *d* bringt, und a *d* zieht, dieses die wahre Länge der Höhe des gedachten Triangels seyn.

Man braucht also bloss a *d* von D nach E zurückzuführen ; worauf die beiden Linien B E, C′ E, zusammen den Winkel B E C′ bilden werden, welcher demjenigen gleich ist, den die gegebenen Linien zusammen beschreiben ; indem dieser Triangel B E C′ nichts anders ist als der gedachte sich neigende Triangel, welcher vermittelst einer auf der Basis B C′ Statt gehabten scharnierförmigen Bewegung auf den horizontalen Projectionsplan umgelegt worden ist.

Anmerkung. Man würde das nämliche Resultat erhalten, wenn man auf dem verticalen Projectionsplane eine ähnliche Zusammensetzung unternähme, und zuvörderst die verticalen Projectionen b, c, *Fig. 111*, der beiden gegebenen Linien ausmittelte (man erhält solche, wenn man die horizontalen Projectionen bis zu *C H* verlängert, und die perpendicularen Linien B b, C′ c aufrichtet, und zwar bis zu den verticalen Projectionen, welche erforderlichen Falles verlängert worden sind) ; b c ist sodann die Basis eines Triangels, dessen gegebene Linien die beiden andern Seiten sind, und welcher bei b a c vertical vorgestellt ist : die perpendiculare Höhe dieses Triangels ist bei d a vertical, und bei *a* A horizontal angegeben ; dieses ist der Abstand in welchem die Höhe des Triangels vom verticalen Plane steht. Trägt man also d a von *a* nach *d*, so erhält man A *d* als wahre Länge der perpendicularen Höhe des Triangels ; trägt man dieselbe von d nach e zurück, so ergiebt sich daraus der Winkel b e c des wahren Triangels, von welchem angenommen wird, dass er vermöge einer auf b c Statt gehabten Bewegung auf den verticalen Plan herabgezogen worden sey.

65. Problem. Es wird gegeben ein Plan C′ D c, und eine Linie A B, a b, wie wird der Winkel gezeichnet, den die Linie mit dem Plane bildet. *Fig. 112.*

Auflösung. Nimmt man eine Perpendicularlinie an, welche von einem beliebigen Punkte der gegebenen Linie auf den gegebenen Plan herabgezogen worden ist ; so wird die gegebene Linie mit dieser Perpendicularlinie einen Winkel bilden, welcher das Complement von demjenigen seyn wird, den dieselbe mit dem gegebenen Plane beschreibt. Diesem zufolge bestimme man auf den Projectionen der gegebenen Linie vermittelst einer mit *C H* perpendicularen Linie zwei Punkte B, b, damit selbige die Projectionen eines und desselben Punktes der gegebenen Linie seyen. Von jedem dieser Punkte ziehe man sodann die Linien B C′, b c, welche mit den Linien des gegebenen Plans perpendicular sind : dieselben werden die Projectionen der Perpendicularlinie seyn, welche man von dem auf der gegebenen Linie bestimmten Punkte auf den gegebenen Plan herabgezogen hat ; so dass es also bloss noch darauf ankommt den Winkel zu bestimmen, welcher zwischen dieser Perpendicularlinie und der gegebenen Linie begriffen ist.

Verlängert man die verticalen Projectionen bis zu dem bei a und e gemeinschaftlichen Durchschnitt, und führt vermittelst perpendicularer Linien diese beiden Punkte auf die bei A und bei E horizontalen Projectionen zurück, so erhält man die horizontalen Vorstellungen der beiden fraglichen Linien, welche mit der Sehne A E einen sich neigenden Triangel bilden, worin der der Sehne A E entgegengesetzte Winkel der gesuchte ist. Und da A B E die horizontale Projection dieses Triangels, und B F die Vorstellung der perpendicularen Höhe desselben ist, während b *b* die wahre Höhe über dem horizontalen

c C′, the horizontal traces of the given lines. So B C′ will be the basis of a triangle more or less inclined, and formed by the two given lines themselves on that basis ; whose triangle the horizontal projection is A B C′.

The perpendicular line A D being the horizontal projection of the perpendicular height of that triangle, and the vertical *a* a being the vertical projection of it, since it is the height at which the given lines cross each other over the horizontal plan ; if A D is carried from *a* in *d*, and a *d* is drawn, it will be the real length of the height of the mentioned triangle.

So it is sufficient to bring back a *d* from D to E ; the two lines B E, C′ E, will form between them the angle B E C′, equal to the one that the given lines make in the space, since that triangle B E C′ is nothing else but the inclined triangle just now spoken of, pulled down on the horizontal plan of projection by rotation acted on its basis B C′ as on a joint.

Scholion. The same result might be obtained by a construction alike executed on the vertical plan of projection, in finding first the vertical traces b, c, *Fig. 111*, of the two given lines (which traces are obtained by lengthening the horizontal projections up to *C H*, and lifting up the perpendicular lines B b, C′ c, respectively up to the vertical projections lengthened, if necessary) ; then b c is the basis of a triangle whose given lines are the two other sides, and which is vertically projected in b a c : the perpendicular height of that triangle is vertically projected in d a, and horizontally in *a* A, at which distance the summit of the triangle is really from the vertical plan. Carrying, therefore, d a from *a* to *d*, we will have A *d* as the real length of the perpendicular height of the triangle ; and we shall carry it back from d to e on purpose to have the angle b e c of the real triangle, supposed pulled down on the vertical plan by a rotative motion acted on b c.

65. Problem. Being given a plan whose traces are C′ D c, and a line whose projections are A B, a b, to establish the angle made by the line with the plan. *Fig. 112.*

Solution. If we suppose a perpendicular line let down from a point whatever of the given line on the proposed plan, the given line will make with this perpendicular an angle which will complete the one that it forms with the given plan. Thus, by means of a line perpendicular to *C H*, fix on the projections of the given line, two points B, b, which are the projections of a same point of the given line ; from each of those points, draw respectively a perpendicular line B C′, b c, to the traces of the given plan : they will be the projections of the perpendicular line supposed to have been let down on the given plan, from the point just now determined on the given line ; so that there is nothing else to do but to establish the angle formed by this perpendicular with the given line.

If you lengthen the vertical projections up to the common intersection in a and e, and if, by perpendicular lines, you send back those two points on the horizontal projections in A and in E, you will have the horizontal traces of the two mentioned lines, which form with the subtense A E an inclined triangle, in which the angle opposite to A E is the one looked for. And as A B E is the horizontal projection of that triangle ; as B F is that of its perperpendicular height, while b *b* is the real height of the summit over the horizontal plan, and therefore the vertical projection of the same perpendicular

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la même hauteur perpendiculaire; en portant B F de *b* en *f*, b *f* sera la longueur réelle de cette hauteur perpendiculaire, qu'il suffira de porter de F en G, pour exprimer sur le plan horizontal le triangle formé sur ce plan par les deux lignes dont il s'agit.

Ainsi l'angle A G E est celui que la ligne donnée forme avec une perpendiculaire au plan donné; en sorte qu'en retranchant l'angle droit A G H', le reste E G H' est l'angle formé par la ligne donnée avec le plan donné.

Scholie. Si l'on voulait exécuter une construction semblable sur le plan vertical de projection, il faudrait avoir égard à deux choses, qui ont lieu dans le cas particulier de la *Fig. 113*. 1.° Le prolongement de A B jusqu'à C H ne peut fournir la trace verticale de la ligne donnée : il faut donc, au contraire, prolonger a b, et mener a B' parallèle à A B; et l'on a alors la projection horizontale d'une ligne parallèle à la ligne donnée, mais seulement plus rapprochée du plan vertical de la quantité A a, en sorte qu'elle a la même projection verticale a b, et que sa trace verticale est en a. Il est évident que cette ligne d'emprunt fait avec le plan le même angle que la ligne donnée. 2.° La perpendiculaire B' C', se trouvant parallèle à C H, fait voir que la ligne dont elle est la projection est parallèle au plan vertical, et ne peut y avoir de trace. Pour suppléer à ce défaut, et avoir la réalité du triangle projeté verticalement en a b E', horizontalement en a B' E, et dont l'angle projeté en b est celui qu'on cherche, il faut porter sur la verticale E'e la distance *b* B' ou D C', dont le sommet de ce triangle se trouve en avant du plan vertical. Alors a e est la base réelle de ce triangle incliné; F B' est la projection horizontale de sa hauteur perpendiculaire, que l'on portera de *b* en *f*, parce que *b* b en est la projection verticale : b *f* sera donc la longueur réelle de cette hauteur perpendiculaire, qui, portée de f en g, donnera le triangle réel incliné en a g e, et l'angle cherché e g h.

Dans les ouvrages de charpente, une partie des pièces de bois est destinée à soutenir des efforts dans le sens de la longueur. Lorsque ces efforts sont des effets immédiats de la pesanteur, ce que les praticiens nomment *le fardeau*, c'est la verticale qui doit être la directrice de toutes les pièces destinées à les soutenir, et leur combinaison se détermine aisément au moyen de l'*aplomb :* tels sont les supports appelés *poteaux, pointals, poinçons*, &c.

Mais il est d'autres forces qui ne sont pas dirigées dans le sens vertical, quoique souvent elles proviennent de la pesanteur, modifiée par différentes circonstances; alors les pièces de bois destinées à leur résister sont assujetties à une direction différente de la verticale, et déterminée dans chaque circonstance par la direction de l'effort lui-même. Cette direction exigée est le plus souvent la *normale* ou perpendiculaire au plan tangent d'une surface courbe. On ne peut donc, dans l'étude de cet art, négliger la considération des *plans tangens* à ces sortes de surfaces; autrement l'ouvrage manquerait non-seulement des convenances générales, sans lesquelles rien ne peut avoir de grâce, mais encore de la solidité dont il pourrait être susceptible.

D'ailleurs il est des ouvrages de charpente qui sont ou préparatoires, ou supplémentaires, ou réparateurs de ceux de maçonnerie, tels que les échafauds, les liens, les cintres, les moises, les étais, &c. Or c'est une condition indispensable pour les pièces

Plane, und folglich die verticale Vorstellung der nämlichen perpendicularen Höhe ist; so wird, wenn man B F von *b* nach *f* führt, b *f* die wahre Länge dieser perpendicularen Höhe seyn, welche man bloss von F nach G zu tragen braucht, um den Triangel, den die beiden fraglichen Linien bilden, auf dem horizontalen Plane anzugeben.

Diesem zufolge ist der Winkel A G E derjenige, den die gegebene Linie mit einer mit dem gegebenen Plane perpendicularen Linie bildet; so dass wenn man den geraden Winkel A G H' wegnimmt, so ist der Rest E G H' der Winkel, den die gegebene Linie mit dem gegebenen Plane bildet.

Anmerkung. Wollte man eine ähnliche Zusammensetzung auf dem verticalen Projectionsplane ausführen, so müsste man zwei Dinge, welche in dem besondern Falle der *Fig. 113* vorkommen, berücksichtigen. 1.° Die Verlängerung von A B bis zu C H kann die verticale Vorstellung der gegebenen Linie nicht bewirken; man muss folglich a b verlängern, und a B' mit A B parallel ziehen; worauf man die horizontale Projection einer mit der gegebenen Linie parallel laufenden Linie erhält, welche aber dem verticalen Plane um die Grösse A a näher gebracht ist; so dass sie die nämliche verticale Projection a b hat, und ihre verticale Linie in a ist. Man sieht hieraus, dass diese angenommene Linie mit dem gegebenen Plane den nämlichen Winkel bildet, wie die gegebene Linie. 2.° Die Perpendicularlinie B' C', welche mit C H parallel ist, zeigt, dass die Linie, von welcher sie die Projection ist, mit dem verticalen Plane parallel geht, und darauf nicht ausgedrückt seyn kann. Um diesem Mangel abzuhelfen und zugleich den bei a b E' vertical und bei a B' E horizontal vorgestellten Triangel zu erhalten, dessen bei b angegebener Winkel der gesuchte ist, muss man den Abstand *b* B' oder D C', wovon die Höhe dieses Triangels sich vor dem verticalen Plane befindet, auf die verticale Linie E'e führen; ist dieses geschehen, so ist a e die wahre Basis dieses sich neigenden Triangels; F B' aber ist die horizontale Projection seiner perpendicularen Höhe, welche man von *b* nach *f* trägt, weil *b* b die verticale Projection davon ist: b *f* wird folglich die wahre Länge dieser perpendicularen Höhe seyn; wird dieselbe von f nach g getragen, so giebt sie bei a g e den wahren sich neigenden Triangel, und bei e g h den gesuchten Winkel.

Bei Holzwerken ist ein Theil der Hölzer dazu bestimmt, dem Drucke, welcher sich bei den Hölzern der Länge nach äussert, zu widerstehen. Hat dieser Druck unmittelbar in der Schwere seinen Grund, welches in der Bausprache die Last genannt wird, so ist die verticale Richtung diejenige, welche bei allen Unterstützungshölzern angewendet werden muss. Dahin gehören z. B. diejenigen Stützen, welche unter den Namen von Pfosten, Giebelsäulen, u. s. w., vorkommen.

Es giebt jedoch andere Kräfte, welche ihre Wirksamkeit nicht in verticaler Richtnng äussern, ohnerachtet sie ihren nächsten Grund in der Schwere haben; indem diese letztere von den Umständen auf mannigfaltige Weise modificirt werden kann. In diesem Falle müssen die Hölzer, welche jenen Kräften Widerstand leisten sollen, eine andere, von der verticalen verschiedene Richtung erhalten; und zwar wird dieselbe bei jedem einzelnen Falle nach der Art und Weise bestimmt, wie sich der Druck äussert. Diese Richtung ist sehr oft die *normale*, oder diejenige welche mit dem eine krumme Fläche berührenden Plane perpendicular ist. In der Praxis darf daher die Beachtung der Pläne, welche Flächen dieser Art berühren, keineswegs vernachlässigt werden; indem sonst der Bau nicht allein gegen die wesentlichen und allgemein angenommenen Regeln, ohne welche äussere Schönheit nicht gedacht werden kann, verstossen, sondern auch den Grad der Festigkeit nicht erlangen würde, den er sonst erlangt haben würde.

Uebrigens giebt es Holzwerke, welche vorläufig angelegt werden, um andern als Hülfsmittel zu dienen; wiederum andere sind zur Ergänzung, und noch andere zur Ausbesserung von Maurerarbeit bestimmt; dahin gehören Gerüste, Bänder, Bogen,

height; carrying B F from *b* to *f*, b *f* will be the real length of that perpendicular height, that it will suffice to bring from F to G to have pulled down on the horizontal plan the triangle formed above that plan by the two lines mentioned.

Thus the angle A G E is the one that the given line forms with a line perpendicular to the given plan; so that in abstracting the right angle A G H', the remainder E G H' is the angle formed by the given line with the given plan.

Scholion. If one should wish to make a construction alike on the vertical plan of projection, one must consider two things happening in the particular case of the *Fig. 113*. 1.° The prolongation of A B to C H cannot give the vertical trace of the given line : we must, therefore, on the contrary, lengthen a b, and trace a B' parallel to A B; and we have then the horizontal projection of a line parallel to the given line, but only the quantity A a nearer the vertical plan, so that it has the same vertical projection a b, and its vertical trace is in a. It is evident that this borrowed line makes with the plan the same angle as the given line. 2.° The perpendicular B' C', being parallel to C H, shows that the line whose projection it is, is parallel to the vertical plan, and can have no trace there. To obviate this, and to have the reality of the triangle vertically projected in a b E', horizontally in a B' E, and whose angle projected in b is the one searched, we must carry on the vertical line E' e the distance *b* B' or D C', which separates the summit of that triangle from the vertical plan. Then a e is the real basis of that inclined triangle; F B' is the horizontal projection of its perpendicular height, which will be carried from *b* to *f*, because *b* b is the vertical projection of it : b *f* will therefore be the real length of that perpendicular height, which, brought from f to g, will give the realty of the triangle inclined in a g e, and the searched angle in e g h.

In the works of carpentry, part of the timbers is designed to support violence in the direction of their length. When those efforts are immediat effects of gravity, what is called in practical language *the burden*, the vertical line ought to be the direction of all the pieces designed to support them; and their combination is easily determined by means of the *aplomb :* such are the supports called *posts, pintals, king-posts*, &c.

But there are other forces who don't act in the vertical direction, though they arise often from gravity, influenced by various circumstances; then the pieces of timber designed to resist them have a direction different from the vertical one, and determined in each case by the direction of the effort itself. This forced direction is the most often the normal or perpendicular to the tangent plan of a curved surface. One cannot, therefore, in the study of this art, neglect the observation of the tangent plans to those sorts of surfaces; otherwise the work should be defectuous not only with regard to the general conveniences, without which nothing is graceful, but with regard to its solidity.

Besides, there are some timber works, either preparatory, or supplementary, or designed to repare those of masonry, such as the scaffolds, the ties, the centers, the moises, the stays, &c. But it is indispensable, for the principal parts of those works, to

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

principales de ces ouvrages, que leur direction rencontre perpendiculairement la surface à construire ou à soutenir, c'est-à-dire qu'elles soient *normales*, ou perpendiculaires au plan tangent.

Les propriétés des plans tangens étant la base de cette partie du dessin qu'on appelle *la distribution des ombres*, leur connaissance devient nécessaire aussi sous ce point de vue dans les dessins d'ouvrages de charpente qui concernent la mécanique, et où il est impossible de donner une idée distincte de l'objet, sans y exprimer par des ombres graduées les divers effets de la lumière.

Nous avons déjà eu occasion de voir ce qui regarde les perpendiculaires aux plans; il nous reste donc seulement à exposer quelques principes sur les plans tangens aux surfaces courbes.

On sait que trois points donnés suffisent pour la détermination d'un plan, et qu'en conséquence deux lignes qui se croisent produisent la même détermination; et comme il n'existe pas une seule surface courbe à laquelle on ne puisse assigner au moins deux générations, il n'est pas un point sur une surface courbe auquel on ne puisse concevoir au moins deux tangentes différentes.

Il suit de là qu'en général l'art de mener un plan tangent à une surface courbe par un point donné sur cette surface ou hors de cette surface, consiste à construire le plan qui passerait par deux tangentes à la surface courbe, qui se croisent au point donné; mais on aperçoit sans peine que la nature particulière de chaque surface courbe peut modifier beaucoup l'application de ce principe général.

66. Problème. Sur une surface cylindrique dont on a les projections, étant donné un point dont la projection horizontale est C, *Fig. 114*, construire les traces d'un plan tangent à cette surface et passant par le point donné.

Solution. Soient A B, a b, les projections de l'axe du cylindre; E P D, e a d, les projections de sa base, dont la première est proprement la trace horizontale de cette surface.

Par la projection horizontale C du point donné, menons à la trace la droite C E parallèle à A B; elle sera la projection horizontale d'autant de lignes de contact du plan demandé avec le cylindre donné, qu'elle aura elle-même d'intersections avec la trace D P E. On voit ici qu'il y aura deux plans tangens, l'un relatif à l'intersection D, et l'autre à l'intersection E; et, au reste, D et E sont les points où les deux lignes de contact pénètrent le plan horizontal. Donc, en menant à C' H' les perpendiculaires E e, D d, puis e f et d *f* parallèles à l'axe a b, on aura les projections verticales des deux lignes de contact, ou de l'un des élémens de chacun des deux plans tangens.

Un plan tangent à une surface cylindrique étant nécessairement tangent aussi à toutes les sections de cette surface, si nous menons à la trace E P D, par les deux intersections E, D, les tangentes E G, D F, elles seront respectivement les traces horizontales des deux plans tangens demandés; et même leurs intersections G, F, sur la commune section des plans de projection, seront un point de la trace verticale de chacun de ces plans tangens, en sorte qu'il n'est plus question que de trouver un second point de chacune de ces traces verticales.

Les deux points de contact qui ont C pour projection horizontale, ont pour projections verticales,

Hängesäulen, Stützen, u. s. w. Ein wesentliches und unerlässliches Erforderniss bei den vorzüglichsten Hölzern dieser Art ist nun dieses, dass ihre Richtung mit der zu erbauenden oder zu stützenden Fläche perpendicular zusammentreffe; d. h., sie müssen mit dem berührenden Plane *normal* oder perpendicular seyn.

Da die Eigenschaften der berührenden Pläne die Basis desjenigen Theils der Zeichenkunst sind, welchen man *die Vertheilung der Schatten* nennt, so ist auch unter diesem Gesichtspunkte die Kenntniss derselben bei Zeichnungen von Zimmerwerken nöthig, welche die Mechanik betreffen, wo der Gegenstand sich unmöglich auf eine deutliche Weise darstellen lässt, wenn die verschiedenen Wirkungen des Lichtes nicht durch verhältnissmässige Schatten ausgedrückt werden.

Wir haben bereits die mit den Plänen perpendicular zutreffenden Linien kennen gelernt; es bleibt uns also nichts weiter übrig, als einige Grundsätze über die, die krummen Flächen berührenden Pläne aufzustellen.

Bekanntlich reichen drei gegebene Punkte zur Bestimmung eines Plans hin, so dass also durch zwei sich kreuzende Linien diese Bestimmung ebenfalls erlangt werden kann: und da es auch nicht eine einzige krumme Fläche giebt, welcher nicht wenigstens zwei Generationen angewiesen werden könnten; so giebt es folglich auch auf einer krummen Fläche keinen einzigen Punkt, welcher nicht wenigstens zwei verschiedene Tangenten erhalten könnte.

Es folgt hieraus, dass im allgemeinen die Kunst einen eine krumme Fläche berührenden Plan durch einen auf dieser Fläche oder ausserhalb derselben gegebenen Punkt zu führen darin bestehe, dass man den Plan so stelle, dass er durch zwei Tangenten gehe, welche sich bei dem gegebenen Punkte kreuzen: es ist jedoch leicht einzusehen, dass die besondere Natur einer jeden krummen Fläche die Anwendung dieses allgemeinen Grundsatzes ausserordentlich modificiren kann.

66. Problem. Es wird auf einer cylindrischen Oberfläche, deren Projectionen man kennt, ein Punkt gegeben, dessen horizontale Projection C, *Fig. 114* ist; wie werden die Umrisse eines diese Oberfläche berührenden, und durch den gegebenen Punkt gehenden Planes gezeichnet?

Auflösung. Die Projectionen der Axe des Cylinders seyen A B, a b; und E P D, e a d, die Projectionen der Basis, von denen die erste die eigentliche horizontale Vorstellung dieser Oberfläche ist.

Durch die horizontale Projection C des gegebenen Punktes, ziehe man die gerade Linie C E parallel mit A B; sie wird die horizontale Vorstellung von eben so viel Linien des verlangten Planes seyn, welche den gegebenen Cylinder berühren, als sie selbst mit der Linie D P E Durchschnitte haben wird. Man sieht, dass es hier zwei berührende Pläne giebt, von denen der eine zum Durchschnitt D, und der andere zum Durchschnitt E gehört; übrigens sind D und E die Punkte wo die beiden Berührungslinien in den horizontalen Plan gehen. Führt man also die perpendicularen Linien E e, D d zu C' H', und sodann e f und d *f* parallel mit der Axe a b, so erhält man die verticalen Projectionen der beiden Berührungslinien, oder einen von den wesentlichen Bestandtheilen, aus denen ein jeder der berührenden Pläne zusammengesetzt ist.

Da ein Plan, welcher eine cylinderische Fläche berührt, nothwendigerweise auch alle Durchschnitte dieser Fläche berühren muss, so werden die Tangenten E G, D F, wenn wir sie auf die Linie E P D durch die beiden Durchschnitte E, D, führen, die horizontalen Vorstellungen der beiden verlangten Pläne seyn: und selbst ihre auf dem gemeinschaftlichen Durchschnitte der Projectionspläne befindlichen Durchschnitte G, F, werden ein Punkt zu der verticalen Vorstellung für jeden einzelnen dieser beiden berührenden Pläne seyn; so dass es also nur noch darauf ankommt, einen zweiten Punkt für eine jede von diesen verticalen Vorstellungen zu finden.

Die beiden Berührungspunkte, deren horizontale Vorstellung in C enthalten ist, haben ihre ver-

have their direction meeting perpendicularly the surface to be build or to be supported; that is to say being *normales*, or perpendicular to the tangent plan.

The properties of those tangent plans being the basis of that part of drawing called *the distribution of the shades*, the knowledge of them becomes also necessary under this point of view in the drawings of works of carpentry which are connected with mechanic, and where it is impossible to give a distinct idea of the object, without expressing in them by graduated shades the various effects of light.

We already had an opportunity to consider what regards the lines perpendicular to the plans; it remains only therefore to establish some principles on the plans tangent to the curved surfaces.

It is known that three given points are sufficient to determine a plan, and that, accordingly, two lines crossing each other give the same determination; and as there is not a curved surface to which one could not ascribe at least two generations, when the surface is known, there is not a point on a curved surface to which one could not imagine at least two different tangents.

From thence it follows that, in general, the art of bringing a tangent plan to a curved surface by a given point on that surface or out of that surface, consists in establishing the plan which might pass by two tangents to the curved surface, which cross each other at the given point: but one sees easily that the particular nature of each curved surface can modify much the application of that general principle.

66. Problem. On a cylindrical surface whose projections are known, being given a point whose horizontal projection is C, *Fig. 114*, to construct the traces of a plan tangent to that surface and passing by the given point.

Solution. Let be A B, a b, the projections of the axis of the cylinder; E P D, e a d, the projections of its basis, whose first is the very horizontal trace of that surface.

By the horizontal projection C of the given point, let us draw to the trace the right line C E parallel to A B; it will be the horizontal projection of as many lines of contact of the asked plan with the given cylinder, as it will have itself intersections with the trace D P E. We perceive here that there will be two tangent plans, the one in relation with the intersection D, and the other with the intersection E; and, after all, D and E are the points where the two lines of contact penetrate the horizontal plan. Therefore, if we draw to C' H' the perpendicular lines E e, D d, and e f and d *f* parallel to the axis a b, we shall have the vertical projections of two lines of contact, or of one of the elements of each of the two tangent plans.

A plan tangent to a cylindrical surface being necessarily tangent also to all the sections of that surface, if we draw to the trace E P D, by the two intersections E, D, the tangents E G, D F, they will be respectively the horizontal traces of the two tangent plans required; and even their intersections G, F, on the common section of the plans of projection, will be a point of the vertical trace of each of the tangent plans; so that we want nothing more but to find a second point of each of those vertical traces.

The two points of contact which have C for horizontal projection, have for vertical projections, the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'un c, l'autre c', intersections des projections verticales des lignes de contact par la perpendiculaire C c à la commune intersection.

Si, par le point inférieur, dont la ligne de contact est projetée en C D et c d, nous imaginons une horizontale dans le plan tangent, sa projection horizontale sera C I, parallèle à la trace D F de ce plan; sa projection verticale sera l'horizontale c i, et l'intersection i de cette horizontale par la verticale élevée du point I en sera la trace, c'est-à-dire, le point où cette ligne horizontale pénètre le plan vertical de projection. Ainsi le point i du plan vertical est réellement sur l'horizontale menée par le point donné dans le premier plan tangent : il est donc un point de sa trace verticale; et pour avoir celle-ci, il suffit de mener F i.

Pour le point supérieur, dont la ligne de contact est projetée en C E, c' e, imaginant de même dans son plan tangent une horizontale passant au point situé verticalement au-dessus du point donné dans la surface cylindrique, les projections de cette ligne seront C H et c' h : la verticale H h donnera en h la trace de cette horizontale, et conséquemment un point de la trace verticale du second plan tangent, laquelle sera ainsi G h.

67. Problème. Sur une surface conique dont on a les projections, étant donné un point dont la projection horizontale est C, construire les traces d'un plan tangent à cette surface au point donné.

Solution. Fig. 115. Ce problème se résout absolument comme celui de la surface cylindrique, excepté que toutes les lignes qui sont parallèles à l'axe quand il est question du cylindre, passent par le sommet quand il est question du cône : en conséquence, on a désigné par les mêmes lettres, dans cette figure, les lignes qui ont la même fonction que dans la figure relative au cylindre.

68. Problème. Par un point donné sur la surface d'une sphère, mener un plan tangent à cette sphère.

Solution. Fig. 116. Soient A et a b les projections du diamètre vertical de la sphère donnée; a e d b *d e*, la projection verticale de son grand cercle; C, la projection horizontale du point donné. G A C H est la trace d'un plan vertical passant par l'axe et par le point donné : cette trace deviendra A C', si ce plan tourne sur l'axe jusqu'à ce qu'il soit devenu parallèle au plan vertical de projection, mouvement par lequel le point donné décrira un arc de cercle horizontal égal à sa projection C C'. Alors la section circulaire opérée par le plan qui a tourné, se confond avec la projection donnée a e d b.

Le point C', projeté indéfiniment au plan vertical, y coupe la projection donnée aux deux points e, d, qui donnent la hauteur verticale des deux points de contact que comporte également la projection donnée C, et dont on aura les projections verticales, en renvoyant C en c et c', sur les horizontales indéfinies c e i, c' d k, qui sont les traces de sections horizontales faites par les deux points de contact possibles, sections qui, dans la sphère donnée, sont des cercles dont le rayon est A C' ou A C.

Puisque le plan tangent demandé doit être perpendiculaire au plan vertical qui passe par l'axe et par le point de contact, quand celui-ci est devenu

ticalen Projectionen, der eine in c, der andere in c', welches die Punkte sind, wo sich die verticalen Projectionen der Berührungslinien mit der mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitte perpendicular gehenden Linie C c, durchschneiden.

Wenn wir uns vorstellen, dass im berührenden Plane eine horizontale Linie durch den untern Punkt geht, dessen Berührungslinie bei C D und c d vorgestellt ist, so wird die horizontale Vorstellung dieser Linie C I seyn, und mit D F, welches die Linie dieses Planes ist, parallel gehen; die verticale Projection derselben ist die Horizontallinie c i, und der Punkt i, wo diese Horizontallinie von der vom Punkte I aufgerichteten Verticallinie durchschnitten wird, ist die Vorstellung derselben, d. h. der Punkt, wo diese Horizontallinie in den verticalen Projectionsplan hineingeht. Diesem zufolge befindet sich der Punkt i des verticalen Planes auf der horizontalen Linie, welche durch den im ersten berührenden Plane gegebenen Punkt gezogen ist : er ist folglich ein Punkt zu seiner verticalen Vorstellung, welche man dadurch erhält, dass man F i zieht.

Nehmen wir in dem berührenden Plane für den obern Punkt, dessen Berührungslinie in C E, c' e vorgestellt ist, ebenfalls eine Horizontallinie an, welche zu dem Punkte geht, der sich vertical über dem in der cylindrischen Oberfläche gegebenen Punkte befindet; so wird die Vorstellung dieser Linie C H und c' h seyn, die Verticallinie H h, wird bei h die Vorstellung dieser Horizontallinie, und folglich einen Punkt zu der verticalen Vorstellung des zweiten berührenden Planes geben, so dass also diese letztere G h seyn wird.

67. Problem. Es wird auf einer conischen Fläche, deren Projectionen man kennt, ein Punkt gegeben, dessen horizontale Vorstellung C ist; wie werden die Linien eines bei dem gegebenen Punkte diese Fläche berührenden Planes gezeichnet?

Auflösung. Fig. 115. Die Auflösung dieses Problems stimmt mit der für die cylindrische Fläche gegebenen Problem völlig überein; nur dass sämmtliche Linien, welche beim Cylinder mit der Axe parallel sind, bei dem Kegel durch den Scheitel gehen. Aus diesem Grunde sind in dieser Figur diejenigen Linien, welche mit der in der vorigen Figur enthaltenen einerlei Bestimmung haben, mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet worden.

68. Problem. Durch einen auf einer sphärischen Fläche gegebenen Punkt einen die Sphäre berührenden Plan zu führen.

Auflösung. Fig. 116. Es seyen A und a b die Projectionen zu dem verticalen Durchmesser der gegebenen Sphäre; a e d b *d e* die verticale Vorstellung ihres grossen Zirkels; C die horizontale Vorstellung des gegebenen Punktes. G A C H ist die Vorstellung eines verticalen Planes, welcher durch die Axe und durch den gegebenen Punkt geht : diese letztere Vorstellung wird A C' seyn, wenn dieser Plan sich dergestalt um die Axe dreht, dass er mit dem verticalen Projectionsplane parallel wird; vermittelst welcher Bewegung der gegebene Punkt einen mit seiner Vorstellung C C' gleichen horizontalen Zirkelbogen beschreiben wird. Sodann verschmilzt sich der durch die drehende Bewegung des Planes entstandene zirkelrunde Durchschnitt mit der gegebenen Projection a e d b.

Der Punkt C', welcher im verticalen Plane auf unbestimmte Weise ausgedrückt ist, durchschneidet daselbst die bei den beiden Punkten e, d gegebene Projection. Diese Punkte geben die verticale Höhe der beiden Berührungspunkte, welche die gegebene Projection C ebenfalls giebt, und wovon man die verticalen Projectionen dadurch erhält, dass man C nach c und c', auf die unbestimmten Horizontallinien c e i, c' d k zurückführt, welches die Vorstellungen der horizontalen Durchschnitte sind, welche von den beiden möglichen Berührungspunkten geschehen sind, und welche Durchschnitte in der gegebenen Sphäre Zirkel sind, deren Radius A C' oder A C ist.

Da der verlangte Berührungsplan perpendicular seyn soll mit dem verticalen Plane, welcher durch die Axe und den Berührungspunkt geht, wenn

one in c, the other in c', intersections of the vertical projections of the lines of contact by the perpendicular C c to the common section.

If, by the inferior point, whose line of contact is projected in C D and c d, we suppose an horizontal line in the tangent plan, its horizontal projection will be C I, parallel to the trace D F of the plan; its vertical projection will be the horizontal c i; and the intersection i of this horizontal by the vertical elevated from the point I will be the trace of it, that is to say the point where this horizontal line penetrates the vertical plan of projection. Thus the point i of the vertical plan is effectually on the horizontal line drawn by the given point in the first tangent plan : it is then a point of its vertical trace; and, to have this, it is enough to draw F i.

As to the superior point, whose line of contact is projected in C E, c' e, if we suppose also in its tangent plan an horizontal line passing by the point vertically situated over the given point in the cylindrical surface, the projections of that line will be C H and c' h : the vertical H h will give in h the trace of that horizontal line, and accordingly one point of the vertical trace of the second tangent plan, which will thus be G h.

67. Problem. On a conical surface whose projections are known, being given a point whose horizontal projection is C, to construct the traces of a plan tangent to that surface, at the given point.

Solution. Fig. 115. That problem is to be resolved absolutely like that of the cylindrical surface, except that every line which is parallel to the axis, when the question is to know the cylinder, pass through the summit, when the cone is the matter : accordingly we have designed by the same letters, in the present figure, the lines which are of the same use as in the figure relative to the cylinder.

68. Problem. By a given point on the surface of a sphere, to draw a plan tangent to that sphere.

Solution. Fig. 116. Let be A and a b the projections of the vertical diameter of the given sphere; a e d b *d e*, the vertical projection of its great circle; C, the horizontal projection of the given point. G A C H is the trace of a vertical plan passing through the axis and by the given point : that trace will become A C', if that plan turns round the axis until it is become parallel to the vertical plan of projection, movement by which the given point will describe one horizontal arc of circle equal to its projection C C'. Then the circular section made by the plan which has turned round, is confounded with the given projection a e d b.

The point C', indefinitely projected towards the vertical plan, cuts there the given projection at the two points e, d, which give the vertical height of the two points of contact that the given projection C bears also, and of which the vertical projections will be had, by transferring C to c and c', on the indefinite horizontal lines c e i, c' d k, which are the traces of horizontal sections made by the two points of contact possible; which sections, in the given sphere, are circles whose ray is A C' or A C.

Since the tangent plan required ought to be perpendicular to the vertical plan which passes through the axis and by the point of contact, when this is

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parallèle au plan vertical de projection, tous les plans tangens possibles y sont également perpendiculaires, et ont pour traces les tangentes e g, d h, menées par les points de contact que le même mouvement a amenés en d et e sur le plan même de projection, et les distances a g, a h, de l'axe au pied de ces tangentes, sont les mêmes qui ont lieu sur la trace A C, à quelque endroit que ce point C se trouve sur la circonférence dont C C′ fait partie. Donc, en transportant ag et ah en A G et A H, on a un point de la trace horizontale de chaque plan tangent : ces traces seront donc G I et H K perpendiculaires à A C.

En outre, les horizontales indéfinies c e i, c' d k, qui ont été menées par les projections verticales du point donné et de son correspondant, renferment la projection verticale d'une tangente horizontale à chacun des cercles qui forment les sections d d, e e, relatives à chacun des points de contact. La perpendiculaire C J est la projection horizontale de ces deux tangentes ; J est celle des deux points où ces tangentes pénètrent chacune le plan vertical de projection. Ainsi J i k, perpendiculaire à $C'H'$, par ses intersections avec c i et c' k, donne en i et k les traces verticales de ces tangentes : ce qui fournit un point de la trace verticale de chaque plan tangent ; car tout plan tangent à une surface courbe doit contenir la tangente de toutes les sections qu'on peut faire dans cette surface par le point de contact, et doit par conséquent passer par les traces de toutes ces tangentes. Donc les traces verticales des plans tangens menés par le point donné sont I i et K k.

69. Problème. Deux droites étant données par leurs projections horizontales A B, C D, *Fig. 117*, et par leurs projections verticales a b, c d, construire les projections de leur plus courte distance, c'est-à-dire, de la droite qui est en même temps perpendiculaire à l'une et à l'autre, et trouver la longueur de cette distance.

Solution. Si l'on conçoit une troisième droite passant par un point quelconque de la première, et parallèle à la deuxième, ces deux droites, qui se coupent, seront dans un même plan parallèle à la seconde des deux lignes données ; et si l'on imagine ensuite que cette seconde ligne donnée soit l'axe d'une surface cylindrique à base circulaire qui touche le plan ci-dessus, le rayon de la base de ce cylindre sera évidemment la plus courte distance cherchée des deux lignes données ; car la ligne de contact du cylindre et du plan, ou se confondra avec la première ligne donnée, ou la coupera en un point d'où l'on pourra mener une perpendiculaire au plan, qui sera aussi perpendiculaire à la seconde ligne donnée, axe du cylindre. Il n'est donc question que de construire ces divers objets.

1.° Du point b, projection verticale commune à un point pris dans chacune des lignes données, si l'on mène à l'intersection commune $C'H'$ la perpendiculaire b b B b', et que l'on mène B E parallèle à C D, ce sera la projection horizontale d'une droite parallèle à la deuxième, et passant par un point de la première dont les projections sont B et b ; b c sera la projection verticale de la même parallèle. Les perpendiculaires c E et a A font connaître que la première des droites données rencontre le plan horizontal en A ; et la troisième, parallèle à la deuxième, en E : en sorte que la droite A E F est la trace du plan passant par la première et parallèle à la seconde.

dieser letztere mit dem verticalen Projectionsplane parallel geworden ist, so sind mit demselben auch alle mögliche, durch die Tangenten e g, d h angedeutete Berührungspläne perpendicular : diese Tangenten sind durch die Berührungspunkte geführt, welche die nämliche Bewegung nach d und e auf den Projectionsplan selbst gebracht hat : und die am Fusse dieser Tangenten befindlichen Abstände a g, a h, der Axe, sind die nämlichen, welche auf der Linie A C Statt haben, an welchem Orte sich übrigens auch der Punkt C auf dem Umkreise, zu welchem C C′ gehört, befinden mag. Trägt man also ag und ah nach A G und A H, so erhält man einen Punkt zu der horizontalen Linie eines jeden Berührungsplans. Diese Linien sind diesem zufolge G I und H K, und sind mit A C perpendicular.

Ausserdem enthalten die unbestimmten horizontalen Linien c e i, c' d k, welche durch die verticalen Projectionen, sowohl des gegebenen als des mit ihm correspondirenden Punktes, gezogen worden sind, die verticale Vorstellung einer Tangente, welche horizontal mit jedem der Zirkel ist, welche die zu jedem Berührungspunkte gehörigen Durchschnitte d d, e e bilden. Die Perpendicularlinie C J ist die horizontale Vorstellung dieser beiden Tangenten : J ist die Vorstellung der beiden Punkte, wo eine jede dieser Tangenten in den verticalen Projectionsplan hineingeht. Diesem zufolge giebt die Linie J i k, welche c i und c' k durchschneidet, und mit $C'H'$ perpendicular ist, bei i und k die verticale Vorstellung dieser Tangenten ; wodurch man einen Punkt zu der verticalen Vorstellung eines jeden Berührungsplanes erhält ; denn jeder Plan, welcher eine krumme Fläche berührt, muss die Tangente von allen Durchschnitten enthalten, welche sich auf dieser Fläche durch den Berührungspunkt machen lassen, und muss folglich durch alle diese Tangenten gehen. Die verticalen Linien der durch den gegebenen Punkt geführten Berührungspläne sind diesem zufolge I i und K k.

69. Problem. Zwei gerade Linien werden vermittelst ihrer horizontalen Projectionen A B, C D, *Fig. 117*, und vermittelst ihrer verticalen Projectionen a b, c d gegeben ; wie werden die Projectionen ihres kürzesten Abstandes gezeichnet, d. h. derjenigen geraden Linie, welche zu gleicher Zeit mit der einen und der andern perpendicular ist ; und wie findet man die Länge dieses Abstandes ?

Auflösung. Denkt man sich noch eine dritte gerade Linie, welche durch einen beliebigen Punkt der ersten geht, und parallel mit der zweiten ist ; so werden sich diese beiden geraden Linien, welche sich durchschneiden, auf einem mit der zweiten der beiden gegebenen Linien parallel laufenden Plane befinden. Und stellt man sich ferner vor, diese zweite gegebene Linie sey die Axe einer cylindrischen Fläche mit zirkelrunder Basis, welche den vorgedachten Plan berührt ; so wird der Radius dieser Basis offenbar der gesuchte kürzeste Abstand der beiden gegebenen Linien seyn ; denn die Berührungslinie des Cylinders so wie des Planes, verschmilzt entweder mit der ersten gegebenen Linie, oder durchschneidet sie bei einem Punkte, von welchem man eine mit dem Plane perpendiculare Linie ziehen kann, die mit der zweiten gegebenen Linie, welche die Axe des Cylinders ist, ebenfalls perpendicular seyn wird. Es kommt also nur noch auf die Zeichnung dieser Gegenstände an.

1.° Wenn man aus dem Punkte b, welcher die gemeinschaftliche verticale Vorstellung zu einem in jeder der gegebenen Linien genommenen Punkte ist, die Perpendicularlinie b b B b' auf den gemeinschaftlichen Durchschnitt $C'H'$ führt, und B E mit C D parallel zieht, so wird dieses die horizontale Vorstellung einer geraden, mit der zweiten Linie parallel laufenden Linie seyn, welche durch einen Punkt der ersten Linie, deren Projectionen B und b sind, geht ; b c aber wird die verticale Vorstellung der nämlichen Parallellinie seyn : die Perpendicularlinien c E und a A zeigen, dass die erste der gegebenenen geraden Linien mit dem horizontalen Plane bei A, und die dritte, welche mit der zweiten parallel ist, mit diesem Plane bei E zusammentrifft ; so dass die gerade Linie A E F die Vorstellung des

become parallel to the vertical plan of projection, all the tangent plans possible are perpendicular to it, and have for traces the tangents e g, d h, drawn by the points of contact brought by the same movement in d and e on the plan of projection itself ; and the distances a g, a h, from the axis to the bottom of those tangents, are the same as on the trace A C, whatever may be the place of that point C on the circumference whose C C′ is a part. Therefore, transferring ag and ah to A G and A H, one has a point of the horizontal trace of each tangent plan : these traces will then be G I and H K, perpendicular to A C.

And more, the indefinite horizontal lines c e i, c' d k, which have been drawn by the vertical projections of the given point and of its homologous, contain the vertical projection of an horizontal tangent to each circle forming the sections d d, e e, relative to each point of contact. The perpendicular C J is the horizontal projection of those two tangents ; J is that of the two points where those tangents each penetrate the vertical plan of projection. Thus J i k, perpendicular to $C'H'$, by its intersections with c i and c' k, gives in i and k the vertical traces of those tangents ; which form one point of the vertical trace of each tangent plan ; for each plan tangent to a curve surface ought to contain the tangent of every section that can be made in that surface by the point of contact, and ought consequently to pass by the traces of all those tangents. Therefore the vertical traces of the tangent plans drawn by the given point are I i and K k.

69. Problem. Two straight lines being given by their horizontal projections A B, C D, *Fig. 117*, and by their vertical projections a b, c d, to construct the projections of their shortest distance, that is, of the straight line which is at the same time perpendicular to the one and the other, and to find the length of that distance.

Solution. If one conceives a third straight line passing by a point whatever of the first, and parallel to the second, those two straight lines, which intersect, will be in one same plan parallel to the second given line ; and, if one supposes afterwards that this second given line is the axis of a cylindrical surface with a circular basis touching the plan before mentioned, the ray of the basis of that cylinder will evidently be the shortest distance of the two given lines ; for the line of contact of the cylinder and of the plan, either will be confounded with the first given line, or will cut it at a point from which it will be possible to draw a line perpendicular to the plan, which will be also perpendicular to the second given line, the axis of the cylinder. The question is therefore but to construct those various objects.

1.° If, from the point b, the vertical projection common to a point taken in each given line, one draws to the common intersection $C'H'$ the perpendicular b b B b', and if one draws B E parallel to C D, it will be the horizontal projection of a straight line parallel to the second, and passing through a point of the first whose projections are B and b ; b c will be the vertical projection of the same parallel. The perpendicular lines c E and a A show that the first given straight line meets the horizontal plane at the point A ; and the third, parallel to the second, at the point E : so that the straight line A E F is the trace of the plan passing by the first and parallel to the second.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2.° Par le point C, où la deuxième ligne donnée rencontre le plan horizontal, imaginons un plan perpendiculaire à cette ligne : il contiendra la base circulaire du cylindre dont cette ligne est l'axe ; son intersection avec le plan parallèle dont A E est la trace, sera la tangente de cette base circulaire, et la trace horizontale du même plan sera C H, perpendiculaire à D C.

Si nous supposons encore un plan vertical passant par la seconde ligne et dont la trace soit D C F, son intersection avec le plan dont A E est la trace, sera parallèle à la seconde ligne, puisque celui-ci lui est lui-même parallèle. Ainsi, en rabattant ce troisième plan sur l'horizontal par un mouvement sur sa trace D F, portant perpendiculairement de b' en b'' la hauteur verticale b *b* du point dont les projections sont B et b, et menant C b'', qui donnera l'angle D C b'' formé par la seconde ligne avec le plan horizontal ; F K, parallèle à C b'', donnera l'angle D F K que la projection D F forme avec l'intersection du plan vertical D C F, par le plan parallèle à la seconde ligne donnée A H F : de sorte qu'en menant C K perpendiculaire à F K, et relevant le plan vertical, C K sera l'intersection du plan vertical, dont la trace est D F, par le plan perpendiculaire à la seconde ligne donnée, dont la trace est C H, plan qui contient la base circulaire du cylindre dont il est question.

Enfin supposons que ce plan perpendiculaire à l'axe soit rabattu à son tour sur le plan horizontal par un mouvement autour de sa trace C H : l'arc K K' exprime le mouvement qu'éprouvera le point K, et C K se trouvera couché en C K' ; de sorte que H K' exprime l'intersection des deux plans, l'un A E parallèle, l'autre C H perpendiculaire à l'axe du cylindre. Cette ligne est donc tangente à la base circulaire du cylindre, et une perpendiculaire C I, dirigée sur elle du point C, sera le rayon du cylindre dont il s'agit. Le point I est donc un des points de l'arête du contact du cylindre avec le plan A E, qui est parallèle à son axe, après que ce point a été rabattu sur le plan horizontal par un mouvement parallèle à l'axe lui-même ; I N, parallèle à C D, est la projection horizontale de cette arête de contact ; N et son renvoi n sont les projections du point où l'arête de contact coupe la première ligne donnée, et conséquemment de l'une des extrémités de la plus courte distance cherchée.

3.° Cette plus courte distance devant être perpendiculaire commune aux deux lignes données, et conséquemment au plan A E, qui est parallèle à la seconde, sa projection doit être perpendiculaire à la trace A E de ce plan : menant donc G N P perpendiculaire à A E, et renvoyant P en p, ces deux points de la projection de la seconde ligne donnée seront les projections de l'autre extrémité de la plus courte distance cherchée ; et N P, n p, les projections de cette perpendiculaire commune, au moyen desquelles on pourra construire sa grandeur réelle.

2.t SOLUTION. Si l'on imagine un plan parallèle en même temps aux deux droites données, puis par chacune d'elles un plan perpendiculaire à ce premier, l'intersection des deux derniers sera la direction de la perpendiculaire commune aux deux lignes données.

Planes ist, welcher durch die erste Linie geht, und mit der zweiten parallel ist.

2.° Stellen wir uns vor, dass durch den Punkt C, wo die zweite gegebene Linie mit dem horizontalen Plane zusammentrifft, ein mit dieser Linie perpendicularer Plan gehe, so wird derselbe die zirkelrunde Basis des Cylinders enthalten, von welchem diese Linie die Axe ist ; die Linie wo derselbe von dem parallelen Plane A E durchschnitten wird, ist sodann die Tangente dieser zirkelrunden Basis ; und die horizontale Vorstellung des nämlichen Planes wird die mit D C perpendiculare Linie C H seyn.

Denken wir uns noch einen verticalen Plan, welcher durch die zweite Linie geht, und dessen Vorstellung D C F wäre, so wird der Punkt, wo er von dem Plane A E durchschnitten wird, mit der zweiten Linie parallel seyn ; indem dieser mit dem ersten Plane parallel ist. Zieht man also vermittelst einer auf der Linie D F Statt habenden Bewegung diesen dritten Plan auf den horizontalen herab, und trägt die verticale Höhe b *b* des bei B und b vorgestellten Punktes, perpendicular von b' nach b'' ; zieht sodann C b'', welches den Winkel D C b'', den die zweite Linie mit dem horizontalen Plane bildet geben wird ; so giebt F K, welches parallel mit C b'' ist, den Winkel D F K, den die Projection D F mit dem Durchschnitte des verticalen Planes D C F bildet, welcher von dem mit der zweiten gegebenen Linie A H F, parallel laufenden Plane durchschnitten wird. Zieht man sodann C K perpendicular mit F K, und führt den verticalen Plan wieder in die Höhe ; so wird C K der Durchschnitt seyn, wo der verticale Plan D F von dem mit der zweiten gegebenen Linie C H perpendicularen Plane durchschnitten wird, und welcher Plan die zirkelrunde Basis des fraglichen Cylinders enthält.

Stellen wir uns endlich vor, dass dieser mit der Axe perpendiculare Plan vermittelst einer, auf seiner Linie C H Statt gehabten Bewegung, auf den horizontalen Plan umgelegt worden sey ; so zeigt der Bogen K K' die Bewegung, welche der Punkt K erleidet, und C K befindet sich in C K' ; so dass H K den Durchschnitt der beiden Pläne enthält, wovon der eine A E mit der Axe des Cylinders parallel, und der andere C H mit derselben perpendicular ist. Diese Linie berührt folglich die zirkelrunde Basis des Cylinders ; und eine Perpendicularlinie C I, welche aus dem Punkte C auf dieselbe geführt worden ist, wird der Radius des gedachten Cylinders seyn. Der Punkt I ist folglich einer von den Punkten wo die Kante des Cylinders den Plan A E berührt, welcher mit der Axe desselben parallel ist, wenn dieser Punkt vermittelst einer mit der Axe parallelen Bewegung auf den horizontalen Plan umgelegt worden ist. I N, parallel mit C D, ist die horizontale Vorstellung dieser berührenden Kante ; N und dessen zurückgeführter Punkt n ; sind die Projectionen des Punktes wo die berührende Kante die gegebene erste Linie durchschneidet, sie geben folglich auch die Projectionen zu einem der Enden des gesuchten kürzesten Abstandes.

3.° Da dieser kürzeste Abstand eine mit den beiden gegebenen Linien, und folglich auch mit dem Plane A E, welcher mit der zweiten Linie parallel ist, gemeinschaftliche Perpendicularlinie seyn muss ; so muss dessen Projection mit der Linie A E dieses Plans ebenfalls perpendicular seyn : zieht man also G N P perpendicular mit A E, und führt P nach p zurück ; so werden diese beiden Punkte der zweiten gegebenen Linie die Projectionen zu dem andern Ende des gesuchten kürzesten Abstandes seyn, und N P, n p sind die Projectionen dieser gemeinschaftlichen Perpendicularlinie, vermittelst welcher sich die wahre Grösse derselben bestimmen lässt.

2.te AUFLÖSUNG. Denkt man sich einen Plan, welcher zu gleicher Zeit mit den gegebenen beiden geraden Linien parallel ist ; denkt man sich ferner durch jede von diesen Linien einen andern mit dem ersten perpendicularen Plan, so wird der Durchschnitt dieser beiden Pläne die Richtung der den gegebenen beiden Linien gemeinschaftlichen Perpendicularlinie seyn.

2.° By the point C, where the second line given meets the horizontal plan, let us suppose a plan perpendicular to that line : it will contain the circular basis of the cylinder whose that line is the axis ; its intersection with the parallel plan of which A E is the trace, will be the tangent of that circular basis, and the horizontal trace of the same plan will be C H, perpendicular to D C.

Again, if we suppose a vertical plan passing by the second line and whose trace is D C F, its intersection with the plan of which A E is the trace, will be parallel to the second line, since that last line is parallel itself to this first plan. Thus, if that third plan is laid down by a movement on its trace D F, bringing perpendicularly from b' to b'' the vertical height b *b* of the point whose projections are B and b, and drawing C b'', which will give the angle D C b'' of the second line with the horizontal plan ; F K, parallel to C b'', will give the angle D F K of the projection D F with the intersection of the vertical plan D C F by the plan parallel to the second line given A H F : so that, drawing C K perpendicular to F K, and lifting up again the vertical plan, C K will be the intersection of the vertical plan, whose trace is D F, by the plan perpendicular to the second given line, whose trace is C H, which plan contains the circular basis of the cylinder mentioned.

Lastly, let us suppose that the plan perpendicular to the axis is laid down in its turn on the horizontal plan by a rotation round its trace C H : the arc K K' is the expression of the motion which will result from it for the point K, and C K will be found laid down at C K' ; so that H K' represents the intersection of the two plans, the one A E parallel, the other C H perpendicular to the axis of the cylinder. That line is therefore tangent to the circular basis of the cylinder, and a perpendicular C I, drawn on it from the point C, will be the ray of the mentioned cylinder. The point I is therefore one of the points of the edge of contact of the cylinder with the plan A E, which is parallel to its axis, when that point has been laid down on the horizontal plan by a movement parallel to the axis itself ; I N, parallel to C D, is the horizontal projection of that edge of contact ; N and its transferring n are the projections of the point where the edge of contact cuts the first line given, and accordingly of one of the ends of the shortest distance looked for.

3.° As that shortest distance ought to be perpendicular common to both the given lines, and of course to the plan A E parallel to the second, its projection ought to be perpendicular to the trace A E of that plan : drawing then G N P perpendicular to A E, and sending back P to p, these two points of the projection of the second given line will be the projections of the other extremity of the shortest distance looked for ; and N P, n p, the projections of that common perpendicular, by the help of which one may establish its real size.

2.d SOLUTION. If one supposes a plan parallel at the same time to both the given lines, and by each of them a plan perpendicular to the first, the intersection of the two last ones will be the direction of the common perpendicular to both the given lines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION IV.

Goniométrie.

(Extrait de Frézier, Legendre et Hachette.)

70. THÉORÈME. Dans une pyramide triangulaire, si l'on fait passer trois plans dont chacun soit perpendiculaire à l'une des trois arêtes qui concourent au même angle solide, ces plans formeront une seconde pyramide dont les angles plans seront respectivement le supplément des angles linéaires de la première, et dont les angles linéaires seront de même supplémens des angles plans de la première.

DÉMONSTRATION. Soit, *Fig. 118*, la pyramide S A B C, placée sur sa face A B C comme base. Si par le point D, pris à volonté sur l'arête B C, on fait passer le plan D F f e, perpendiculaire à cette arête, il est visible que ce plan coupant sera en même temps perpendiculaire au plan de la base ABC. En second lieu, si par un point quelconque I de l'autre arête inférieure A B on mène un autre plan I F f i, perpendiculaire aussi à cette arête AB, ce second plan sera aussi perpendiculaire au plan de la base A B C.

Ainsi la ligne F f, intersection commune de deux plans perpendiculaires à la base, s'élève elle-même perpendiculairement au-dessus de cette base, et est perpendiculaire à toute ligne tracée sur cette base et passant par son pied F.

Puisque D F et I F sont perpendiculaires à un même point F de la ligne F f, qui est la commune intersection de deux plans coupans f D et f I, l'angle linéaire I F D, formé par ces deux lignes, est donc la mesure de l'angle plan I F f F D de la seconde pyramide. Or cet angle I F D est le supplément de l'angle A B C de la première pyramide, qui lui est opposé; car dans le quadrilatère inférieur B I F D, les angles en I et en D étant droits par construction, les deux autres sont mutuellement supplémens l'un de l'autre.

En troisième lieu, quand on mène d'un point h quelconque de l'arête B S un plan h i f e perpendiculaire à cette arête, il produira nécessairement les mêmes résultats, c'est-à-dire qu'il sera perpendiculaire en même temps et au plan *b e*, comme l'est déjà f D, et au plan *c i*, comme l'est déjà I f; en sorte que l'angle linéaire h e D sera la mesure de l'angle plan h e f e D de la seconde pyramide, et supplément de l'angle *b* ou S B C de la première, et que l'angle linéaire h i I sera la mesure de l'angle plan h i f i I de la seconde pyramide et le supplément de l'angle *c* ou S B A de la première. Donc, 1.° chaque angle plan de la seconde pyramide est le supplément de l'angle linéaire opposé dans la première. 2.° On vient de voir que les trois nouvelles arêtes F f, e f, i f, sont respectivement perpendiculaires aux faces F B, *e b*, *i c*, de la pyramide primitive : donc ces faces primitives sont, pour la seconde pyramide, perpendiculaires aux arêtes, et doivent avoir le même résultat; donc les angles plans de la première pyramide sont à leur tour les supplémens respectifs des angles linéaires de la seconde.

71. PROBLÈME. Connaissant les trois angles linéaires qui forment un angle solide, construire l'inclinaison de chacun par rapport à un quatrième plan qui formerait un tétraèdre avec les trois angles donnés.

Principe. L'angle plan a pour mesure l'angle linéaire formé par deux perpendiculaires à la commune intersection des deux surfaces qui constituent l'angle plan. (Bien entendu que ces perpendiculaires sont

VIERTER ABSCHNITT.

Goniometrie.

(Auszug aus Frezier, Legendre und Hachette.)

70. THEOREM. Zieht man auf einer dreieckigen Pyramide drei Flächen dergestalt, dass eine jede mit einer der drei Kanten, welche in demselben körperlichen Winkel zusammentreffen, perpendicular sey; so werden diese Flächen eine zweite Pyramide bilden, deren flache Winkel die Ergänzung der geometrischen Winkel der ersten Pyramide sind, und deren geometrische Winkel ebenfalls die Ergänzung der flachen Winkel der ersten Pyramide sind.

BEWEIS. Es sey die *Fig. 118* die Pyramide S A B C, welche auf ihre Fläche A B C, welche zur Basis angenommen ist, gestellt ist : zieht man nun durch den auf der Kante B C nach Belieben genommenen Punkt D, den Plan D F f e, perpendicular mit dieser Kante, so wird dieser durchschneidende Plan offenbar auch mit dem Plane der Basis A B C perpendicular seyn. Zieht man zweitens durch einen beliebigen in der untern Kante A B befindlichen Punkt I einen andern Plan I F i, ebenfalls perpendicular mit dieser Kante A B; so wird dieser zweite Plan gleichfalls auch mit dem Plane der Basis A B C perpendicular seyn. Diesem zufolge erhebt sich die Linie F f, welche der gemeinschaftliche Durchschnit der beiden mit der Basis perpendicularen Pläne ist, perpendicular über dieser Basis, und ist mit jeder Linie, welche auf dieser Basis gezeichnet ist, und durch den Fuss F der gedachten Linie geht, ebenfalls perpendicular.

Da D F und I F mit einem und demselben Punkte F, der Linie F f, welche der gemeinschaftliche Durchschnitt der beiden durchschneidenden Pläne f D und f I ist, perpendicular sind; so ist folglich der geometrische Winkel I F D, den diese beiden Linien bilden, der Maasstab zu dem flachen Winkel I F f F D der zweiten Pyramide. Nun ist aber dieser Winkel I F D die Ergänzung des Winkels A B C der ersten ihm entgegengesetzten Pyramide; denn da bei dem untern Viereck B I F D, die Winkel in I und in D vermöge ihrer Stellung rechte Winkel sind, so ergänzen die beiden andern wechselseitig einer den andern.

Zieht man drittens aus einem beliebigen auf der Kante B S befindlichen Punkte h, einen Plan h i f e, perpendicular mit dieser Kante, so werden sich nothwendigerweise daraus die nämlichen Resultate ergeben; d. h. derselbe wird zu gleicher Zeit sowohl mit dem Plane *b e*, wie es bereits der Fall ist mit f D, als auch mit dem Plane *c i*, wie es if ebenfalls schon ist, perpendicular seyn; so dass also der geometrische Winkel h e D sowohl dass Maas zu dem flachen Winkel h e f e D der zweiten Pyramide, als auch die Ergänzung des Winkels *b* oder S B C der ersten Pyramide seyn wird, und dass ferner der geometrische Winkel h i I, das Maas zu dem flachen Winkel h i f i I der zweiten Pyramide, wie auch die Ergänzung des Winkels *c* oder S B A der ersten Pyramide seyn wird. Diesem zufolge ist, 1.° jeder flache Winkel in der zweiten Pyramide die Ergänzung des in der ersten Pyramide entgegengesetzten geometrischen Winkels. 2.° Wir haben gesehen, dass die drei neuen Kanten F f, e f, i f mit den Flächen F B, *e b*, *i c* der ersten Pyramide wechselseitig perpendicular sind : diese Flächen sind folglich bei der zweiten Pyramide mit den Kanten perpendicular, und müssen dasselbe Resultat geben. Die flachen Winkel der ersten Pyramide sind folglich ihrerseits die respectiven Ergänzungen der geometrischen Winkel der zweiten Pyramide.

71. PROBLEM. Es werden gegeben die drei geometrischen Winkel, welche einen körperlichen Winkel bilden; wie findet man die Neigung eines jeden in Bezug auf einen vierten Plan, welcher mit den gegebenen drei Winkeln einen Tetraëder bilden würde ?

Grundsatz. Das Maas des flachen Winkels ist der geometrische Winkel, welcher von zwei mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitte der beiden Flächen, aus denen der flache Winkel besteht,

SECTION IV.

Goniometry.

(Extracted from Frezier, Legendre and Hachette.)

70. THEOREM. If through a triangular pyramid we cause to pass three plans each of which be perpendicular to one of the three edges which meet to form the same solid angle, those plans will form a second pyramid the plan angles of which will each be the supplement of the linear angles of the first, and whose the linear angles will be also supplement of the plan angles of the first.

DEMONSTRATION. Let be the pyramid S A B C, *Fig. 118*, placed on its face A B C as basis. If by the point D, taken at will on the edge B C, one draws the plan D F f e, perpendicular to that edge, it is clear that this secting plan will be at the same time perpendicular to the plan of the basis A B C. Secondly, if, by a point whatever I of the other inferior edge A B, one draws another plan I F f i, perpendicular also to that edge A B, that second plan will be too perpendicular to the plan of the basis A B C.

Thus the line F f, common intersection of two plans perpendicular to the basis, goes up itself perpendicularly over that basis, and is perpendicular to any line drawn on that basis and passing by its foot F.

Since D F and I F are perpendicular into the same point F of the line F f, which is the common intersection of the two cutting plans f D and f I, the linear angle I F D, formed by those two lines, is then the measure of the plan angle I F f F D of the second pyramid. Now that angle I F D is the supplement of the angle A B C of the first pyramid, which is opposed to it; for, in the inferior quadrilater B I F D, the angles in I and in D being right by construction, the two others are reciprocally supplementary of each other.

Thirdly, when we draw from a point h whatever of the edge B S a plan h i f e perpendicular to that edge, it will give necessarily the same results, which are : that it will be perpendicular at the same time and to the same plan *b e*, as is already f D, and to the plan *c i*, as is already I f; so that the linear angle h e D will be the measure of the plan angle h e f e D of the second pyramid, and the supplement of the angle *b* or S B C of the first, and that the linear angle h i I will be the measure of the plan angle h i f i I of the second pyramid, and the supplement of the angle *c* or S B A of the first. Therefore, 1.° each plan angle of the second pyramid is the supplement of the linear angle opposite in the first. 2.° We have just seen that the three new edges F f, e f, i f, are each perpendicular to the faces F B, *e b*, *i c*, of the primitive pyramid : therefore those primitive faces are, for the second pyramid, perpendicular to the edges, and ought to have the same result; therefore the plan angles of the first pyramid are in their turn the respective supplements of the linear angles of the second.

71. PROBLEM. Knowing the three linear angles which form a solid angle, to construct the declivity of each with regard to a fourth plan which would form a tetraedron with the three given angles.

Principle. The plan angle has for its measure the linear angle formed by two lines perpendicular to the common intersection of the two surfaces which constitute the plan angle. (It is understood that

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tracées, l'une sur l'une des deux surfaces, l'autre sur l'autre).

Solution. Soient donnés, *Fig. 119*, les trois angles Cs'B, B*s* A, A*s*''C, qui forment un angle solide par la juxta-position de leurs sommets s, s', s''; formez un triangle A C B des côtés opposés au sommet S de chaque triangle, et sur chacun de ces côtés construisez celui des triangles donnés auquel ce côté appartient. Vous aurez ainsi le même résultat que si vous aviez eu le tétraèdre S A C B, formé des trois angles linéaires donnés, et que vous l'eussiez développé en faisant faire à chaque face latérale un mouvement de rotation autour du côté correspondant de la base, comme autour d'une charnière, pour l'appliquer sur la base du tétraèdre. Il en résulte que A s et A*s*'', étant toutes deux égales à A S, sont égales entre elles, et qu'il en est de même de Cs' et C*s*'', égales chacune à C S, et de B s et B*s*', l'une et l'autre égales à B S.

Pour trouver l'angle plan que chacun de ces trois triangles donnés fait avec le triangle A C B, par exemple S C B; par un point b, pris à volonté sur le côté qui leur est commun, C B, menez à ce côté commun la perpendiculaire a b c; portez ensuite C a de Cs' sur son égale Cs'' en C *a*; joignez c *a*, et enfin de c et de b comme base, et des rayons respectifs b a, c *a*, formez par deux arcs qui se coupent en *a*' le triangle c *a*' b: l'angle c b *a*', contigu au côté commun C B, sera l'angle plan ou l'inclinaison du côté Cs' B sur A C B. Il en est de même des deux autres triangles A*s* B, A*s*'' C.

Démonstration. Quand on a remis en place les deux plans Cs'' B, Cs' A, qui alors se coupent dans l'arête C S du tétraèdre, les points a et *a* se confondent aussi en un des points de la même arête, et les trois lignes b c, b a et c *a*, forment à la surface du tétraèdre le triangle qui est rabattu sur la base en b *a*' c dans la figure. Or, dans ce triangle, l'angle en b, ayant ses côtés perpendiculaires à la commune intersection des plans C S B, C A B, est la mesure de leur inclinaison mutuelle.

72. Problème. Connaissant les trois angles linéaires c S A, A S B, B S C, qui forment un angle solide S, en construire les angles plans et l'inclinaison réciproque de chacun des trois plans sur les deux autres; ou, dans le langage des praticiens, trouver les biveaux d'un angle au moyen de ses trois panneaux.

Solution. Après avoir disposé les angles donnés, *Fig. 120*, dans le même ordre où ils sont contigus l'un à l'autre dans leur assemblage, par deux points c, C, pris à égale distance du sommet S, sur les côtés extérieurs de la figure, menez respectivement aux deux côtés communs S A, S B, les perpendiculaires c d, C e, prolongées jusqu'à leur rencontre en P; du point P, comme centre, coupez S A prolongée en f avec le rayon d c, et S B prolongée en g avec le rayon e C: les lignes P f et P g feront respectivement avec les perpendiculaires P d, P e, des angles égaux à l'inclinaison de A S B sur A S c et sur B S C : c'est-à-dire que f P d = c S A S B, et g P e = C S B S A.

Pour trouver l'inclinaison mutuelle de ces deux derniers angles A S c et B S C l'un sur l'autre, il faut redoubler le premier A S c à côté du dernier B S C, auquel il est aussi contigu dans l'assemblage, comme on le voit en a S C; répéter la même opération sur la figure a S B S C S A. On trouvera de même *g p e* = C S B S A, et en outre *f p d* = a S C S B.

perpendicularen Linien gebildet wird; (vorausgesetzt jedoch dass die eine von diesen Perpendicularlinien auf der einen von den zwei Flächen, und die andere auf der andern gezeichnet worden ist.)

Auflösung. Es werden in *Fig. 119* die drei Winkel Cs'B, B*s*A, A*s*''C gegeben, welche vermittelst der Berührung ihrer Höhen s, s', s'', einen körperlichen Winkel bilden. Man mache einen Triangel A C B aus den der Höhe S eines jeden Triangels entgegengesetzten Seiten, und zeichne auf jeder von diesen Seiten denjenigen der gegebenen Triangel, zu welchem diese Seite gehört. Man erhält auf diese Weise das nämliche Resultat, als ob man den aus den gegebenen drei geometrischen Winkeln gebildeten Tetraëder S A C B hätte, und ihn dergestalt ausführte, dass man einer jeden Seitenfläche eine umdrehende scharnierförmige Bewegung um die mit der Basis correspondirende Seite machen liesse, um selbige auf die Basis des Tetraëders anzuwenden. Es ergiebt sich hieraus, dass da As und A*s*'' beide AS gleich sind, so sind sie auch unter sich gleich; dass es ferner der nämliche Fall ist, sowohl mit Cs' und C*s*'', welche jede CS gleich sind, als auch mit Bs und B*s*', welche beide BS gleich sind.

Um den flachen Winkel zu finden, den ein jeder von diesen drei gegebenen Triangeln mit dem Triangel A C B bildet, z. B. S C B; so ziehe man durch einen Punkt b, welcher nach Belieben auf der ihnen gemeinschaftlichen Seite C B genommen ist, die Perpendicularlinie a b c auf diese gemeinschaftliche Seite; trage ferner C a von Cs' auf der derselben gleichen Linie C s'', nach C *a*; vereinige c *a*, und mache endlich aus c und b als Basis, und aus den respectiven Radiis b a, c *a*, vermittelst zweier Bogen, welche sich bei *a*' durchschneiden, den Triangel c *a*' b; worauf der Winkel c b *a*', welcher die gemeinschaftliche Seite C B berührt, der flache Winkel oder die Neigung der Seite Cs' B auf A C B seyn wird. Dieselbe Beschaffenheit hat es mit den beiden andern Triangeln A*s* B, A*s*'' C.

Beweis. Hat man Cs'' B und Cs' A an ihre respectiven Plätze gebracht, so durchschneiden sie sich in der Kante C S des Tetraëders, und die Punkte a und *a* verschmelzen sich ebenfalls in einem der Punkte, welche zur nämlichen Kante gehören; die drei Linien b c, b a und c *a* beschreiben auf der Fläche des Tetraëders den Triangel, welcher bei b *a*' c auf seine Basis umgelegt ist. Bei diesem Triangel ist daher der Winkel b, dessen Seiten mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitte der Pläne C S B, C A B perpendicular sind, das Maas zur gegenseitigen Neigung dieser letztern.

72. Problem. Es werden gegeben die drei geometrischen Winkel c S A, A S B, B S C, welche einen körperlichen Winkel S bilden; wie zeichnet man die flachen Winkel nebst der gegenseitigen Neigung eines jeden der drei Pläne auf die beiden andern?

Auflösung. Hat man die in *Fig. 120* gegebenen Winkel in der nämlichen Ordnung in welcher einer den andern bei ihrer wechselseitigen Verbindung berührt, zusammengestellt, so führe man durch zwei auf den äussern Seiten der Figur, in gleichem Abstande vom Scheitel S genommene Punkte c, C, auf die gemeinschaftlichen Seiten S A, S B, die Perpendicularlinien c d, C e, welche bis P, wo sie zusammentreffen, verlängert sind. Aus dem Punkte P, als Mittelpunkt, durchschneide man S A, welches bis f verlängert ist, mit dem Radius d c; und S B, welches bis g verlängert ist, mit dem Radius e C: die Linien P f und P g werden mit den Perpendicularlinien P d, P e, Winkel beschreiben, welche gleich sind der Neigung A S B auf A S c und auf B S C; d. h. f P d = c S A S B, und g P e = C S B S A.

Um die Neigung zu finden, welche diese beiden letztern Winkel A S c und B S C, einer auf den andern haben, verdoppele man den ersten Winkel A S c, neben dem letzten B S C, den er auch in der Zusammensetzung berührt, wie solches bei a S C zu ersehen ist, und wiederhole sodann die nämliche Operation auf der Figur a S B S C S A; eben so wird

those perpendicular are traced, the one on one of the two surfaces, the other on the other.)

Solution. Let be given, *Fig. 119*, the three angles Cs'B, B*s*A, A*s*''C, which form a solid angle by the juxta-position of their summits s, s', s''; form a triangle A C B with the sides opposite the summit S of each triangle, and on each of those sides construct that of the given triangles to which belongs that side. You will have thus the same result that if you had had the tetraedron S A C B, formed with the three linear angles given, and if you had unfolded it by making each lateral face turn round the corresponding side of the basis as round an hinge, to apply itself to the basis of the tetraedron. It results from it that A s and A*s*'', being both equal to AS, are equal to each other, and that it is the same for Cs' and C*s*'', each equal to C S, and for Bs and B*s*', both equal to B S.

To find the plan angle that each of those three given triangles makes with the triangle A C B, for instance S C B; by a point b, taken at will on the side common between them, C B, draw to that common side the perpendicular a b c; bring afterwards Ca from Cs' on its equal Cs'' in C *a*; join c *a*; and at last, from c and b as basis, and from the respective rays b a, c *a*, form, by two arcs cutting each other in *a*', the triangle c *a*' b: the angle c b *a*', contiguous to the common side C B, will be the plan angle or the inclination of the side Cs' B on A C B. It is the same with the two other triangles A*s* B, A*s*'' C.

Demonstration. When one has replaced the two plans Cs'' B, Cs' A, which then intersect in the edge C S of the tetraedron, the points a and *a* meet also in one of the points of the same edge, and the three lines b c, b a and c *a*, form, at the surface of the tetraedron, the triangle which is laid down on its basis in b *a*' c in the figure. Now, in that triangle, the angle in b, having its sides perpendicular at the common intersection of the plans C S B, C A B, is the measure of their mutual declivity.

72. Problem. Knowing the three linear angles c S A, A S B, B S C, which form a solid angle S, to construct the plan angles of it, and the reciprocal inclination of each plan on the two others; or, in the practical language, to find the *backings* of an angle by the means of its three pannels.

Solution. After having settled the given angles, *Fig. 120*, in the same order in which they are contiguous with each other in their assemblage, draw by two points c, C, taken at equal distance from the summit S, on the outsides of the figure, to the two common sides S A, S B, the perpendiculars c d, C e, prolonged to their meeting in P; from the point P as center, cut S A prolonged in f with the ray d c, and S B prolonged in g with the ray e C: the lines P f and P g will make respectively with the perpendicular lines P d, P e, angles equal to the inclination of A S B on A S c and on B S C; that is to say that f P d = c S A S B, and g P e = C S B S A.

To find the mutual inclination of those two last angles A S C and B S C on each other, it must redouble the first A S c next to the last B S C, with which it is also in contact in the assemblage, as it is seen in a S C; repeat the same operation on the figure a S B S C S A. Man will find also *g p e* = C S B S A, and more *f p d* = a S C S B.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Démonstration. La figure CBAcS n'est qu'un développement du tétraèdre HABS, abstraction faite de la face postérieure HAB; de sorte qu'en faisant tourner, comme sur une charnière, ASc sur AS et BSC sur BS, jusqu'à ce qu'ils se rencontrent, Sc se confondra avec SC en SH, dc deviendra dH, et eC, eH; et de plus, ces deux lignes dc, eC, étant perpendiculaires, l'une à SA, l'autre à SB, elles décriront dans leur mouvement chacune un plan perpendiculaire au triangle ASB, en sorte que l'intersection de ces deux plans sera une ligne HP, aussi perpendiculaire au triangle ASB. Donc l'angle HdP, que la figure montre en perspective, est formé de deux perpendiculaires en un même point d de la commune intersection SA des deux plans ASc, ASB; c'est donc la mesure de l'inclinaison mutuelle de ces deux plans.

Mais Pd est commun aux triangles PdH et Pdf; Pf a été faite = de = dH: de plus, l'angle Pdf est droit comme dPH, qui ne le parait pas à cause de la perspective. Ces deux triangles sont donc égaux en tout, et l'angle fPd est égal à l'angle HdP, et est la mesure de l'angle plan cSASB.

On peut démontrer de même que gPe = Hep, et est la mesure de l'angle plan CSBSA, et que, dans la seconde partie de la figure, $fpd = hdp$, et est la mesure du troisième angle plan aSCSB.

73. *Scholie.* On peut voir par la construction suivante, *Fig. 121,* que l'opération est absolument la même quand les angles plans sont obtus. L'angle ASB, sur le plan duquel la construction est faite, est le même que dans la figure précédente, et l'on y a désigné les mêmes choses par les mêmes lettres. Mais, l'angle ASc étant ici plus grand que ASB, il en résulte que l'angle plan opposé est obtus, parce qu'en même temps le troisième angle linéaire BSC est beaucoup plus petit que dans le cas précédent.

Au reste, tout ce qui s'ensuit, c'est que, le concours des deux perpendiculaires cdP, CPe, se faisant hors du plan ASB, le pied de la perpendiculaire abaissée du point H est hors de ce plan en P, en sorte que l'angle HeP, qui est aigu, mesure l'inclinaison du plan HSB sur le plan BSC, inclinaison qui est précisément le supplément de celle de ce même plan HSB sur le plan BSA.

Ainsi cette dernière inclinaison, qui est celle que l'on cherche, a pour mesure naturelle l'angle obtus HeI, supplément de HeP.

Mais, d'un autre côté, ayant fait, comme dans la construction précédente, Pg = Ce, qui est elle-même = He, quoique cette dernière paraisse bien plus courte parce qu'elle est vue en perspective, l'arête SH étant relevée au-dessus du plan, comme dans la figure précédente; en sorte que les deux triangles HeP, geP, rectangles, l'un en P et l'autre en e, ayant un côté commun en eP, et les côtés He et ge, réellement égaux entre eux, sont égaux en tout, et que l'angle gPe est égal à l'angle HeP: donc l'angle plan HSBA a pour mesure l'angle linéaire obtus gPC, supplément de gPe.

On prouverait de même que l'angle plan BSAc a pour mesure linéaire fPd.

La construction indiquée en petits caractères, et qui a été faite en redoublant l'angle cSA, à côté de l'angle BSC, dans la supposition que l'angle solide

man finden gpe = CSBSA, und überdies fpd = aSCSB.

Beweis. Die *Fig.* CBAcS ist weiter nichts als der ausgeführte Tetraëder HABS, ohne die hintere Seite HAB; dreht man also scharniermässig ASc auf AS, und BSC auf BS, so lange bis sie mit einander zusammentreffen, so wird sich Sc mit SC bei SH verschmelzen, dc wird sich in dH, und eC in eH verwandeln; und da die beiden Linien dc, eC perpendicular, und zwar die eine mit SA, die andere aber mit SB sind, so wird eine jede bei ihrer Bewegung einen mit dem Triangel ASB perpendiculären Plan beschreiben; so dass der Durchschnitt dieser beiden Pläne eine mit dem Triangel ASB ebenfalls perpendiculare Linie HP seyn wird. Diesem zufolge besteht der in der Figur perspectivisch dargestellte Winkel HdP aus zwei in demselben Punkte d, auf dem gemeinschaftlichen Durchschnitte SA der beiden Pläne ASc, ASB sich vereinigenden Perpendicularlinien; dieses ist folglich das Maas zu der gegenseitigen Neigung dieser zwei Pläne.

Pd aber ist den Triangeln PdH und Pdf gemeinschaftlich: Pf ist = de = dH gemacht worden: ausserdem ist der Winkel Pdf ein rechter, wie dPH, ohnerachtet es dieser letztere wegen der perspectivischen Ansicht nicht zu seyn scheint. Diese beiden Triangel sind sich folglich in allem gleich, und der Winkel fPd ist gleich dem Winkel HdP, und das Maas zu dem flachen Winkel cSASB.

Gleichergestalt lässt sich auch beweisen dass gPe ist = Hep, und dass es das Maas zu dem flachen Winkel CSBSA ist; dass ferner im zweiten Theile der Figur fpd ist = hdp, und dass es das Maas zu dem dritten flachen Winkel aSCSB ist.

73. *Anmerkung.* Aus der Zeichnung in der *Fig. 121* ergiebt sich, dass die nämliche Operation genau dann Statt hat, wenn die flachen Winkel stumpf sind. Der Winkel ASB, auf dessen Plane die Zeichnung ausgeführt worden, ist der nämliche wie in der vorigen Figur; auch sind die nämlichen Gegenstände mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet worden. Da aber der Winkel ASc hier grösser ist als ASB, so entsteht daraus die Folge, dass der entgegengesetzte flache Winkel stumpf ist, indem zugleich der dritte geometrische Winkel BSC weit kleiner ist als im vorigen Falle.

Daraus entsteht übrigens bloss eine einzige Folge: da nämlich das Zusammentreffen der beiden Perpendicularlinien cdP, CPe, ausserhalb dem Plane ASB Statt hat; so befindet sich der Fuss der Perpendicularlinie, welche vom Punkte H herabgezogen worden ist, ausserhalb diesem Plane bei P; so dass der Winkel HeP, welcher stumpf ist, das Maas zur Neigung des Planes HSB auf den Plan BSC, macht, welche Neigung genau die Ergänzung der Neigung dieses nämlichen Planes HSB auf den Plan BSA ist.

Der natürliche Maasstab dieser letzten Neigung, welche gesucht wird, ist folglich der stumpfe Winkel HeI, welcher die Ergänzung von HeP ist.

Da aber von der andern Seite, wie in voriger Figur, Pg ist = Ce, welche Linie ihrerseits ist = He, ohnerachtet diese letztere wegen der perspectivischen Ansicht kürzer zu seyn scheint, weil die Kante SH wie in der vorigen Figur über den Plan erhaben ist; da ferner die beiden Triangel HeP, geP, welche rechtwinkelig sind, und zwar der eine in P, und der andere in e, eine gemeinschaftliche Seite in eP, und die Seiten He und ge mit einander gleich haben, und folglich einander in allem gleich sind; da endlich der Winkel gPe dem Winkel HeP gleich ist, so folgt hieraus, dass der flache Winkel HSBA den stumpfen geometrischen Winkel gPC, welcher die Ergänzung von gPe ist, als Maas hat.

Eben so liesse sich auch beweisen, dass der geometrische Winkel fPd, das Maas zu dem flachen Winkel BSAc ist.

Die mit kleinen Buchstaben versehene Zeichnung, bei welcher der Winkel cSA, neben dem Winkel BSC, unter der Voraussetzung, dass der

Demonstration. The figure CBAcS is but an unfolding of the tetraedron HABS, except the posterior face HAB; so that making turn ASc on AS as on hinges, and BSC on BS, until they meet, Sc will be confounded with SC in SH, dc will become dH, and eC, eH; and more, those two lines dc, eC, being perpendicular, the one to SA, the other to SB, they will each describe in their motion a plan perpendicular to the triangle ASB, so that the intersection of those two plans will be a line HP, perpendicular also to the triangle ASB. Therefore the angle HdP, shown in perspective in the figure, is formed with two perpendiculars to the same point d of the common intersection SA of the two plans ASc, ASB; it is then the measure of the mutual inclination of those two plans.

But Pd is common to the triangles PdH and Pdf; Pf has been made = de = dH: more the angle Pdf is right as dPH, which does not appear so on account of the perspective. Those two triangles are then equal in every thing, and the angle fPd is equal to the angle HdP, and is the measure of the plan angle cSASB.

It might be also proved that gPe = Hep, and is the measure of the plan angle CSBSA; and that, in the second part of the figure, $fpd = hdp$, and is the measure of the third plan angle aSCSB.

73. *Scholion.* One may see by the following construction, *Fig. 121,* that the operation is absolutely the same when the plan angles are obtuse. The angle ASB, on the plan of which the construction is made, is the same as in the preceding figure, and the same things have been designed there by the same letters. But, the angle ASc being here greater than ASB, it results from it that the opposite plan angle is obtuse, because at the same time the third linear angle BSC is much less than in the preceding case.

After all, it only results from it, that, the meeting of the two perpendiculars cdP, CPe, happening out of the plan ASB, the bottom of the perpendicular let down from the point H is out of that plan in P, so that the angle HeP, which is acute, measures the inclination of the plan HSB on the plan BSC; which inclination is precisely the supplement of that same plan HSB on the plan BSA.

Therefore, that last inclination, which is that one looks for, has for its natural measure the obtuse angle HeI, the supplement of HeP.

But, on the other side, having acted, as in the preceding construction, Pg = Ce, which is itself = He, though this last one appears much shorter because it is seen in perspective, the edge SH being left up over the plan, as before in the preceding figure; so that the two triangles HeP, geP, rectangles, the one in P, the other in e, having a common side in eP, and the sides He and ge, really equal to each other, are equal in every thing, and that the angle gPe is equal to the angle HeP: therefore the plan angle HSBA has for measure the linear obtuse angle gPC, supplement of gPe.

It might be proved in the same way that the plan angle BSAc has for measure the linear angle fPd.

The construction marked in small characters, and which has been made by redoubling the angle cSA, next to the angle BSC, in the supposition that the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

proposé soit placé sur la face B S C, donne pour mesure de l'inclinaison de cette face sur la voisine C S *a*, l'angle linéaire *f p d*; et elle fournit aussi une seconde fois l'angle aigu *g p e*, supplément de l'angle obtus *g p* A, qu'on avait déjà trouvé en g P C pour mesure de l'angle HSB A.

74. Problème. Connaissant les trois angles linéaires qui forment un angle solide, en construire les trois angles plans, ou, dans le langage des praticiens, trouver les biveaux d'un angle au moyen de ses panneaux. *Fig. 122.*

Solution. Soient X, Y, Z, les trois angles linéaires dont la réunion forme l'angle solide S, développés à côté l'un de l'autre sur un même plan; et supposez les deux qui sont, à l'extérieur de ce développement, redoublés en x, z, à l'opposite de leur situation naturelle, de manière que chacun des trois se trouve à côté des deux qui lui sont contigus dans l'assemblage réel qui constitue l'angle solide.

Pour trouver l'angle plan que forment entre eux les angles X et Z, par exemple, prenez à égale distance du sommet commun S, sur les deux arêtes extérieures S A et SD, les points E et e, et de chacun élevez une perpendiculaire à chaque arête respective, jusqu'à la rencontre des deux arêtes de l'angle Y en F et en G. De ces points F, G, comme centres, et des deux rayons respectifs F E, G e, décrivez deux arcs qui se coupent en H, comme on le voit en M sur le plan de l'angle X, par les centres J et L. Les lignes HF, HG, forment en H un angle linéaire FH G, qui est la mesure de l'inclinaison de X sur Z.

L'angle M se trouve de même en traçant deux arcs des centres L et J avec les rayons L K et J I, perpendiculaires sur S C et S c, et partant des distances égales SK, SI. Il en est de même de l'angle R.

Démonstration. Si l'on fait tourner les angles X et Z d'un mouvement de révolution l'un sur SB, l'autre sur SC, jusqu'à ce qu'ils se rencontrent au-dessus du plan de l'angle Y, les lignes SD, SA, se confondront dans l'arête S f e′; les lignes FE, G e, prendront les positions Ff, G e′; et comme elles sont perpendiculaires en un même point de l'intersection commune des deux plans, l'angle qu'elles forment est la mesure de l'angle plan. Mais le triangle F H G n'est autre chose que le triangle F f e′ G rabattu sur le plan, au lieu d'être vu en perspective. Donc &c.

75. Problème. Les angles linéaires d'un angle solide trièdre étant donnés, construire les trois angles plans.

Solution. Fig. 123, renfermant les deux procédés sur un seul développement. Soient c S B, A S B, B S A, les trois angles linéaires donnés, développés sur le plan de l'un des trois A S B. Si l'on prend S C = S c, et qu'on fasse tourner A C S sur S A, et B c S sur S B, jusqu'à ce que les deux plans de ces angles se rencontrent, les droites SC, Sc, décriront chacune une surface conique dont S sera le centre commun, et se couperont en une ligne droite, qui sera la troisième arête résultant de la réunion de S C et S c confondus. Dans le même mouvement, les deux points C et c décriront chacun une circonférence dont les centres seront respectivement en E et en D, et dont les plans seront perpendiculaires, l'un à S A, l'autre à S B; en sorte que les intersections de ces plans avec celui de A S B seront C D G et c E F, et que l'intersection réciproque de ces deux plans circulaires sera elle-même une perpendiculaire au plan A S B, et dont le pied sera en *c*. Si donc on élève au point *c* une perpendiculaire indéfinie, soit sur C *c*, comme *c* H, soit sur c *c*, comme *c* h; que des points E et D comme

gegebene körperliche Winkel auf die Fläche B S C gebracht sey, verdoppelt worden ist, giebt den geometrischen Winkel *f p d* als Maas zur Neigung dieser Fläche auf die zunächst befindliche Fläche C S *a*, auch giebt sie zum zweiten mal den spitzigen Winkel *g p e*, welcher die Ergänzung des stumpfen Winkels *g p* A ist, den man bereits bei g P C als Maas zu dem Winkel H S B A gefunden hatte.

74. Problem. Aus drei gegebenen geometrischen Winkeln, welche einen körperlichen bilden, die drei flachen Winkel zu finden? *Fig. 122.*

Auflösung. X, Y, Z, seyen die drei geometrischen Winkel, welche mit einander vereinigt, den körperlichen Winkel S bilden, und neben einander auf demselben Plane ausgeführt sind; ferner nehmen wir an die beiden andern, welche sich ausserhalb der Zeichnung befinden, und bei x, z, ihrer natürlichen Stellung gegenüber, verdoppelt sind; so dass jeder von den drei Winkeln sich neben den beiden befindet, welche in der wahren Zusammensetzung, wodurch der körperliche Winkel gebildet wird, an ihn anstossen.

Um den flachen Winkel zu finden, den die Winkel X und Z zusammen bilden, nehme man in gleichem Abstande von der gemeinschaftlichen Höhe S, auf den beiden äussern Kanten SA und SD, z. B. die Punkte E und e, und ziehe von jedem eine mit jeder respectiven Kante perpendiculare Linie bis dahin wo selbige mit den beiden Kanten des Winkels Y bei F und bei G zusammentrifft. Aus diesen Punkten F, G, als Mittelpunkten, und aus den beiden respectiven Radiis FE, Ge, beschreibe man zwei Bogen, welche sich bei H durchschneiden, wie man dieses bei M, auf dem Plane des Winkels X sieht. Die Linien HF, HG, bilden bei H einen geometrischen Winkel FHG, welcher das Maas zu der Neigung von X auf Z ist.

Den Winkel M findet man, wenn man aus den Mittelpunkten L und J mit den Radiis LK und JI, zwei Bogen perpendicular auf SC und Sc zieht; und von den gleichen Abständen SK, SI ausgeht. Gleiche Bewandniss hat es mit dem Winkel R.

Beweis. Dreht man die Winkel X und Z, den einen auf SB, und den andern auf SC, bis sie über dem Plane des Winkels Y zusammentreffen, so verschmelzen sich die Linien SD, SA in der Kante S fe′; die Linien FE, Ge nehmen die Stellungen Ff, Ge′: und da solche in einem und demselben Punkte des gemeinschaftlichen Durchschnitts beider Pläne perpendicular sind, so ist der Winkel, welchen sie beschreiben, das Maas zu dem flachen Winkel. Der Triangel FHG aber, ist nichts anders als der Triangl Ffe′G, welcher, anstatt sich perspectivisch darzustellen, auf den Plan umgelegt worden ist. Folglich, u. s. w.

75. Problem. Aus den geometrischen Winkeln eines körperlichen dreiseitigen Winkels die drei flachen zu finden?

Auflösung. Fig. 123. Beide Verfahrungsarten sind hier auf einer einzigen Zeichnung ausgeführt worden. cSB, ASB, BSA seyen die drei gegebenen geometrischen Winkel, welche auf dem Plane des einen, nämlich auf A S B ausgeführt worden sind. Nimmt man SC = Sc, und dreht ACS auf SA, und BcS auf SB, bis die beiden Pläne dieser Winkel zusammentreffen; so wird eine jede von den geraden Linien SC, Sc, eine conische Fläche beschreiben, welche S zum gemeinschaftlichen Mittelpunkte hat, und beide werden sich in einer geraden Linie zerschneiden, welche die dritte aus den vereinigten und mit einander verschmolzenen SC und Sc entstandene Kante seyn wird. Bei der nämlichen Bewegung beschreiben die beiden Punkte C und c, und zwar jeder insbesondere, einen Umkreis, wovon die respectiven Centra in E und in D seyn werden, und wovon der eine Plan mit SA, der andere aber mit SB perpendicular seyn wird; so dass die Durchschnitte dieser Pläne mit dem Plane ASB, solchergestalt CDG und cEF seyn werden, und dass ferner der gegen-

solid angle proposed may be placed on the face B S C, gives as measure of the inclination of that face on the next C S *a*, the linear angle *f p d*; and it produces also a second time the acute angle *g p e*, supplement of the obtuse angle *g p* A, already found in g P C as measure of the angle H S B A.

74. Problem. Knowing the three linear angles which form a solid angle, to construct the three plan angles of it, or, in the practical language, to find the *backings* of an angle by means of its pannels. *Fig. 122.*

Solution. Let be X, Y, Z, the three linear angles whose reunion forms the solid angle S, unfolded next to each other on the same plan; and suppose the two which are, out of that unfolding, redoubled in x, z, opposite to their natural situation, so that each of the three is found next to the two which are contiguous to it in the real assemblage which constitutes the solid angle.

To find the plan angle that the angles X and Z, for instance, form between them, take, at equal distance from the common summit S, on the two external edges S A and SD, the points E and e, and from each of them draw a perpendicular to each respective edge, as far as the meeting of the two edges of the angle Y in F and G. From those two points F, G, as centers, and with the two respective rays FE, Ge, describe two arcs which intersect in H, as it may be seen in M on the plan of the angle X. The two lines HF, HG, form in H a linear angle FHG, which is the measure of the inclination of X on Z.

The angle M will be found likewise, in drawing two arcs from the centers L and J, with the rays LK and JI, perpendicular to SC and Sc, and setting off from the equal distant points SK, SI. It is the same for the angle R.

Demonstration. If one makes the angles X and Z to turn with a movement of revolution the one on SB, the other on SC, until they meet over the plan of the angle Y, the lines SD, SA, will be confounded in the edge S F e′; the lines FE, Ge, will come to Ff, G e′; and, as they are perpendicular to the same point of the common intersection of the two plans, the angle formed by them is the measure of the plan angle. But the triangle FHG is but the triangle Ff e′G laid down on the plan, instead of being viewed in perspective. Therefore &c.

75. Problem. The linear angles of a solid triedron angle being given, to construct the three plan angles.

Solution. Fig. 123, including the two proceedings with only one unfolding. Let be cSB, ASB, BSA, the three linear angles given, unfolded on the plan of one of the three ASB. If one takes SC = Sc, and if one makes ACS to turn on SA, and BcS on SB, until the two plans of those angles meet, the straight lines SC, Sc, will describe each a conical surface whose common center will be S, and intersect in a right line, which will be the third edge resulting from the union of SC and Sc confounded. In the same movement, the two points C and c will each describe a circumference whose centers will be in E and D, and whose plans will be perpendicular, the one to SA, the other to SB; so that the intersections of those plans with that of ASB will be CDG and cEF, and that the mutual intersection of those two circular plans will be itself a perpendicular to the plan ASB, and whose bottom will be in *c*. If therefore one draws to the point *c* an indefinite perpendicular, either on C *c*, as *c* H, or on c *c*, as *c* h; let one describe from the points E and D as centers, and with the rays DC, Ec, the arcs *c* h,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

centres, avec les rayons DC, Ec, on décrive les arcs ch, CH; les points H et h seront deux représentations du point de la troisième arête résultant de C confondu avec c. Ainsi le triangle D H G présente, rabattue sur le plan, la coupe de l'angle solide faite perpendiculairement à l'arête SA, et le triangle E h F présente de même la coupe faite par le point E, perpendiculairement à l'arête SB; et comme ces deux coupes passent par le même point H ou h de la troisième arête, et ont par conséquent leur sommet au-dessus du même point *c* de la base, les lignes HD, hE des triangles du plan sont précisément celles qui, étant perpendiculaires à leurs arêtes respectives, comme le sont les bases des triangles, mesurent les angles plans de la base.

Donc, 1.° HD*c*, hE*c*, sont la mesure de l'inclinaison des angles CSA et cSB sur l'angle ASB.

2.° Pour construire l'inclinaison mutuelle des deux autres angles CSA, cSB, l'un sur l'autre, imaginons un plan perpendiculaire à la troisième arête, qui est leur intersection. Si nous le supposons passer au point où se réunissent les points C et c, ses traces sur le développement seront les perpendiculaires CA, cB, et la ligne de jonction AB. Donc les cercles CI et cI décrits de B et A comme centres, avec les rayons respectifs AC, Bc, donneront par leur intersection en I la coupe de ce troisième plan rabattu sur la base ASB, et de manière que l'angle linéaire AIB, formé par deux perpendiculaires au même point de l'intersection commune des plans CSA, cSB, est la mesure de l'inclinaison mutuelle de ces deux plans, ou du troisième angle plan.

76. Lorsque les angles sont obtus, on peut y appliquer le même procédé, quoique la figure qui en résulte ne paraisse avoir aucune ressemblance avec la précédente, comme on peut en juger par la *Fig. 124*, où les mêmes objets sont marqués des mêmes lettres.

Toute la différence provient de ce que les perpendiculaires CE, cD, ne pouvant atteindre que les prolongemens des arêtes voisines SF, SG, se croisent en *c* hors du troisième angle FSG; ce qui fait que les deux premiers angles cherchés HEF, hDG, sont extérieurs aux triangles rectangles HE*c*, hD*c*, au lieu de leur être intérieurs, comme dans la *Fig. 123*. Au reste, pour donner moins de volume à la figure, on a construit le troisième angle plan AIB en dedans, vers *c*, au lieu de placer l'angle cherché en dehors de la figure, vers i *i*.

77. Problème. Connaissant les trois angles linéaires ASB, BSC, ASc, qui forment un angle solide S, en construire les trois angles plans, c'est-à-dire, les inclinaisons réciproques des trois plans l'un sur l'autre, ou, selon les praticiens, trouver les biveaux d'un angle au moyen de ses trois panneaux.

Solution. Fig. 125. Après avoir disposé contigus l'un à l'autre sur un même plan les trois angles donnés, et avoir pris à volonté sur les côtés extrêmes les points C et c à égale distance du sommet commun S, de chacun des points C et c abaissez sur les côtés communs SA, SB, les perpendiculaires respectives cdP, CDP; et par leur intersection P, menez P e, P *e*, respectivement paral-

seitige Durchschnitt dieser beiden zirkelrunden Pläne eine mit dem Plane ASB perpendiculare Linie seyn, und ihren Fuss in *c* haben wird. Wenn man also bei dem Punkte *c* eine unbestimmte Perpendicularlinie entweder auf C*c*, wie z. B. *c*H, oder auf c*c*, wie z. B. *c*h aufrichtet, und aus den Punkten E und D als Mittelpunkten, mit den Radiis DC, Ec, die Bogen ch, CH beschreibt, so werden die Punkte H und h zwei Vorstellungen zu dem Punkte der dritten aus der Vereinigung des Punktes C mit c entstandenen Kante enthalten. Diesem zufolge zeigt der auf den Plan umgelegte Triangel D H G, den mit der Kante SA perpendicular geschehenen Durchschnitt des körperlichen Winkels; so wie gleichergestalt der Triangel EhF, den durch den Punkt E mit der Kante SB perpendicular ausgeführten Durchschnitt darstellt: und da diese beiden Durchschnitte durch denselben Punkt H oder h der dritten Kante gehen, und folglich ihre Höhe über dem nämlichen Punkte *c* der Basis haben, so sind die zu den Triangeln des Plans gehörigen Linien HD, hE genau diejenigen, welche als perpendicular mit ihren respectiven Kanten, wie solches die Grundflächen der Triangel sind, das Maas zu den flachen Winkeln der Basis angeben. Diesem zufolge sind:

1.° HD*c*, hE*c* das Maas zu der Neigung der Winkel CSA und cSB auf den Winkel ASB.

2.° Um die Neigung, welche die beiden andern Winkel CSA, cSB gegenseitig auf einander haben, zu finden, so denke man sich einen mit der dritten Kante, welche der Durchschnitt derselben ist, perpendicularen Plan. Stellt man sich sodann vor, dass derselbe zu dem Punkte geht, wo die Punkte C und c sich mit einander vereinigen, so werden die Perpendicularlinien CA, cB, und die Verbindungslinie AB denselben auf der Zeichnung darstellen; so dass also die Zirkel CI und cI, welche aus B und A als Centrum, mit den respectiven Radiis AC, Bc, beschrieben worden sind, vermittelst ihres Durchschnittes in I, den Durchschnitt dieses dritten auf die Basis ASB umgelegten Planes geben werden; so dass der geometrische Winkel AIB, welcher aus zwei mit dem nämlichen Punkte des gemeinschaftlichen Durchschnitts der Pläne CSA, cSB perpendicular gerichteten Linien gebildet worden ist, das Maas zu der gegenseitigen Neigung dieser zwei Pläne, oder zu dem dritten flachen Plane angiebt.

76. Bei stumpfen Winkeln lässt sich die nämliche Verfahrungsweise anwenden, ohnerachtet die daraus entstehende Figur mit der vorigen auch nicht die mindeste Aehnlichkeit zu haben scheint, wie solches aus der *Fig. 124*, wo die Gegenstände mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet worden sind, ersichtlich ist.

Der ganze Unterschied liegt darin, dass die Perpendicularlinien CE, cD, welche bloss die verlängerten nächsten Kanten SF, SG erreichen können, sich bei *c*, ausserhalb des dritten Winkels FSG kreuzen; daraus entsteht die Folge, dass die zwei ersten gesuchten Winkel HEF, hDG sich ausserhalb der rechtwinkeligen Triangel HE*c*, hD*c*, und nicht, wie in der *Fig. 123*, nach innen zu befinden. Um übrigens der Figur einen geringern Umfang zu geben, so ist der dritte flache Winkel AIB nach innen zu, gegen *c*, gezeichnet worden, anstatt den gesuchten Winkel nach aussen zu, gegen i *i* zu setzen.

77. Problem. Mit den drei geometrischen Winkeln ASB, BSC, ASc, welche einen körperlichen Winkel bilden, die drei flachen Winkel, oder die Neigungen, welche die drei flachen Pläne gegenseitig auf einander haben, zu zeichnen.

Auflösung. Fig. 125. Hat man die drei gegebenen Winkel dergestalt gestellt, dass einer den andern auf dem nämlichen Plane berührt; hat man ferner auf den äussersten Seiten die beliebigen Punkte C und c in gleichem Abstande von der gemeinschaftlichen Höhe S genommen; so ziehe man von jedem der Punkte C und c, die respectiven Perpendicularlinien cdP, CDP auf die gemein-

CH; the points H and h will thus be two representations of the point of the third edge, resulting from C confounded with c. Thus the triangle D H G shows the section of the solid angle made perpendicularly to the edge SA, and laid down on the plan, and the triangle E h F shows also the section made by the point E perpendicularly to the edge SB; and, as those two sections pass by the same point H or h of the third edge, and have consequently their summit over the same point *c* of the basis, the lines HD, hE, of the triangles of the plan, are precisely those which, being perpendicular to their respective edges, as the bases of the triangles are, measure the plan angles of the basis.

Therefore, 1.° HD*c*, HE*c*, are the measure of the inclination of the angles CSA and cSB on the angle ASB.

2.° To establish the mutual inclination of the two other angles CSA, cSB, on each other, let us suppose a plan perpendicular to the third edge, which is their intersection. If we suppose it to pass by the point where the points C and c are united, its traces on the unfolding will be the perpendiculars CA, cB, and the line of union AB. Therefore the circles CI and cI described from B and A as centers, with the respective rays AC, Bc, will give, by their intersection in I, the section of that third plan laid down on the basis ASB, and so that the linear angle AIB, formed by two perpendiculars to the same point of the common intersection of the plans CSA, cSB, is the measure of the mutual inclination of those two plans, or of the third plan angle.

76. When the angles are obtuse, one may apply to them the same process, though the figure resulting from it do not appear in any way like the preceding one, as it may be seen in the *Fig. 124*, where the same things are marked with the same letters.

All the difference arises from the perpendiculars CE, cD, being able to attain but the prolongations of the next edges SF, SG, and intersecting in *c* out of the third angle FSG, which causes the two first angles looked for HEF, hDG, are without the rectangular triangles HE*c*, hD*c*, instead of being within, as it is in the *Fig. 123*. Besides, to lessen the size of the figure, we have constructed the third plan angle AIB within, about *c*, instead of putting the searched angle without the figure, about i *i*.

77. Problem. Knowing the three linear angles ASB, BSC, ASc, forming a solid angle S, to construct the three plan angles of them, that is the mutual inclinations of the three plans towards each other; or, as the practitioners are used to say, find the *backings* of an angle by the means of its three pannels.

Solution. Fig. 125. After having put in contact with each other on the same plan the three given angles, and having taken at will on the outer sides the points C and c at equal distance from the common summit S, draw from each point C and c, on the common sides SA, SB, the respective perpendiculars cdP, CDP, and, by their intersection P, draw P e, P *e*, each of them respectively parallel to

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les à SA, SB, et que vous couperez par les arcs Ce, *ce*, décrits respectivement des centres D et d, avec les rayons DC, dc; menez enfin les obliques De et *de;* les angles PDe, P*d*e, seront les mesures des angles plans de BSC, ASc, sur ASB.

Pour trouver l'inclinaison réciproque des deux premiers plans l'un sur l'autre, il faut redoubler l'angle linéaire BSC, pour le placer contigu à ASc, prendre de même Sb égal à S*b*, et l'on trouvera, en répétant la même opération, l'angle f*d*p pour mesure du troisième angle plan demandé.

Démonstration. Concevez l'angle solide proposé comme placé sur sa face ASB; que d'un point E pris sur l'arête SE, à une distance de S qui soit égale à SC et Sc, on ait abaissé sur les arêtes opposées SA, SB, les perpendiculaires ED, Ed; que des points D et d on ait mené dans la face qui sert de base, ASB, les perpendiculaires respectives DP, dP, aux deux côtés de cette base, et qu'enfin, par les deux perpendiculaires à une même arête, Ed et Pd pour SA, ED et PD pour SB, on ait fait passer les deux plans coupans EdP, EDP: il en résultera une pyramide quadrangulaire ESDPd.

1.° Chacun des deux plans coupans, passant par deux lignes perpendiculaires en un même point d ou D d'une ligne qui existe au plan de la base, est perpendiculaire à cette base.

2.° L'intersection commune EP de ces deux plans est elle-même perpendiculaire à cette base.

Donc les deux triangles EDP, EdP, que la figure montre en perspective, sont tous les deux rectangles en P, et ont pour angle linéaire en D et en d l'inclinaison de la face DSd sur chacune des faces contiguës EDS, EdS.

Or il est visible que les triangles eDP, *ed*P, ne sont autre chose que le développement des triangles EDP, EdP, et leur sont respectivement égaux. Donc &c.

78. Problème. Connaissant deux des trois angles linéaires qui forment un angle solide, et l'angle plan qu'ils comprennent entre eux, construire le troisième angle linéaire et les deux autres angles plans, ou bien, avec deux panneaux et leur biveau, tracer le troisième panneau et les deux autres biveaux.

Ce problème étant l'inverse du précédent, sa solution peut se déduire de celle du précédent, ainsi qu'il suit, et n'a nul besoin d'une démonstration particulière, reposant sur les mêmes principes.

Solution. Placez contigus l'un à l'autre sur un même plan les deux angles linéaires donnés CSB, BSA, *Fig. 125;* d'un point quelconque C de l'un des côtés extérieurs CS, abaissez sur le côté voisin BS la perpendiculaire indéfinie CDP; du point D comme centre, et du rayon DC, décrivez l'arc indéfini Ce, et faites, au point D, l'angle PDe égal à l'inclinaison réciproque des angles donnés; par l'intersection e, menez eP parallèle à BS, et par le point P menez au côté extérieur SA la perpendiculaire indéfinie Pdc, que vous couperez en c par un arc décrit de S comme centre, avec le rayon SC: l'angle ASc sera le troisième angle linéaire de l'angle solide proposé, et par son moyen vous trouverez les deux autres angles plans, comme dans le problème précédent.

schaftlichen Seiten SA, SB herab, führe durch ihren Durchschnitt P, die Linien Pe, P*e*, parallel mit SA, SB, und durchschneide dieselben mit den Bogen Ce, *ce*, welche aus den Mittelpunkten D und d beschrieben worden sind, und DC, dc zu Radiis haben; und ziehe endlich die schrägen Linien De und *de;* worauf die Winkel PDe, P*d*e das Maas zu den flachen Winkeln BSC, ASc, auf ASB seyn werden.

Um die Neigung zu finden, welche die beiden ersten Pläne gegenseitig einer auf den andern haben, so verdopple man den geometrischen Winkel BSC, und stelle ihn so, dass er ASc berührt, nehme gleichergestalt Sb = S*b;* worauf man vermittelst der nämlichen Operation den Winkel f*d*p als Maas zu dem verlangten dritten flachen Winkel finden wird.

Beweis. Man denke sich, dass der gegebene körperliche Winkel auf seine Fläche ASB gestellt sey; und dass man aus einem Punkte E, welcher auf der Kante SE, in einem Abstande von S, gleich SC und Sc, genommen worden ist, die Perpendicularlinien ED, Ed auf die entgegengesetzten Kanten SA, SB herabgezogen habe; dass man ferner aus den Punkten D und d, in die zur Basis dienende Fläche ASB, die mit den beiden Seiten dieser Basis perpendicular gehenden Linien DP, dP gezogen, und endlich durch die beiden mit einer und derselben Kante perpendicularen Linien Ed und Pd für SA, ED und PD für SB, die beiden durchschneidenden Pläne EdP, EDP gezogen habe, so wird sich daraus eine viereckige Pyramide ESDPd ergeben.

1.° Ein jeder von den beiden zerschneidenden Plänen, welcher an einem und demselben Punkte d oder D, welcher sich auf einer in der Basis befindlichen Linie befindet, durch zwei Perpendicularlinien geht, ist mit dieser Basis perpendicular.

2.° Der gemeinschaftliche Durchschnitt EP dieser beiden Pläne ist ebenfalls mit dieser Basis perpendicular.

Diesem zufolge sind die beiden, in der Figur perspectivisch dargestellten Triangel EDP, EdP, alle beide in P rechtwinkelig, und haben zu geometrischem Winkel bei D und d, die Neigung der Fläche DSd auf jede der anstossenden Flächen EDS, EdS.

Hieraus folgt, dass die Triangel eDP, *ed*P nichts weiter sind, als die ausgeführten Triangel EDP, EdP, denen sie, jeder insbesondere, gleich sind: folglich, u. s. w.

78. Problem. Es werden zwei von den geometrischen Winkeln, welche einen körperlichen bilden, nebst dem flachen Winkel, den sie unter sich begreifen, gegeben; daraus soll der dritte geometrische, nebst den beiden andern flachen Winkeln gebildet werden?

Da dieses Problem mit dem vorigen im umgekehrten Verhältnisse steht, so lässt sich die Auflösung desselben nach Maasgabe der vorigen auf nachstehende Weise ausführen, wobei es keines besondern Beweises bedarf, indem die Grundsätze die nämlichen sind.

Auflösung. Man stelle die beiden gegebenen geometrischen Winkel CSB, BSA, *Fig. 125,* auf einem und demselben Plane dergestalt neben einander, dass einer den andern berührt, und ziehe aus einem beliebigen Punkte C, welcher sich auf einer der äussern Seiten CS befindet, die unbestimmte Perpendicularlinie CDP auf die zunächst befindliche Seite BS herab; beschreibe ferner aus dem Punkte D als Centrum, und aus dem Radius DC den unbestimmten Bogen Ce, und mache beim Punkte D den Winkel PDe gleich dem gegenseitigen Durchschnitte der gegebenen Winkel; ziehe sodann durch den Durchschnitt e, die Linie eP, parallel mit BS; und führe die unbestimmte Perpendicularlinie Pdc, durch den Punkt P auf die äussere Seite SA; durchschneide diese Perpendicularlinie bei c vermittelst eines aus S als Centrum beschriebenen Bogens, welcher SC zum Radius hat: der Winkel ASc wird sodann der dritte geometrische Winkel des gegebenen körperlichen Winkels seyn, vermittelst welchem man die beiden andern flachen Winkel auf die nämliche Weise wie im vorigen Problemate finden wird.

SA, SB, and that you'll cut by the arcs Ce, *ce*, described from the centers D and d, with the rays DC, dc; draw at last the obliques De and *de:* the angles PDe, P*d*e, will be the measures of the plan angles of BSC, ASc, on ASB.

To find the reciprocal inclination of the two first plans towards each other, one must redouble the linear angle BSC, to place it in contact with ASc, take also Sb = S*b;* and we will find, by repeating the same operation, the angle f*d*p for the measure of the third plan angle required.

Demonstration. Suppose that the solid angle proposed is placed on its face ASB; that the perpendiculars ED, Ed, have been let down on the opposite edges SA, SB, from a point E taken on the edge SE, at a distance from S equal to SC and Sc; that, from the points D and d, the perpendiculars DP, dP, have been drawn, in the face which is used as a basis ASB, to the two sides of that basis, and that at last, by the two perpendiculars to one same edge, Ed and Pd for SA, ED and PD for SB, pass the two secant plans EdP, EDP: it will result from it a quadrangular pyramid ESDPd.

1.° Each of the secant plans, passing by two lines perpendicular to the same point d or D of a line existing in the plan of the basis, is perpendicular to that basis.

2.° The common intersection EP of those two plans is itself perpendicular to that basis.

Therefore the two triangles EDP, EdP, showed in perspective in the figure, are both rectangular in P, and have for a linear angle, in D and d, the inclination of the face DSd on each contiguous face EDS, EdS.

Now it is clear that the triangles eDP, *ed*P, are but the unfolding of the triangles EDP, EdP, and are each equal to each of them. Therefore &c.

78. Problem. Knowing two of the linear angles forming a solid angle, and the plan angle included between them, to construct the third linear angle and the two other plan angles; or, with two pannels and their *backing*, to trace the third pannel and its two other *backings*.

That problem being the reverse of the preceding one, its solution can be deduced from the preceding one, as follows; and there is no need of peculiar demonstration, since it depends on the same principles.

Solution. Place in contact with each other on the same plan the two linear angles given CSB, BSA, *Fig. 125;* from one point whatever C of one of the outer sides, let down on the next side BS the indefinite perpendicular CDP; from the point D as center, and with the ray DC, describe the indefinite arc Ce, and make, at the point D, the angle PDe equal to the reciprocal inclination of the given angles; by the intersection e, draw eP parallel to BS, and, by the point P, draw in the outer side SA the indefinite perpendicular Pdc, that you'll cut in c with an arc described from S as center, with the ray SC: the angle ASc will be the third linear angle of the solid angle proposed; and with it you will find the two other plan angles, as in the foregoing problem.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

79. Problème. Dans un angle solide, connaissant deux des trois angles linéaires qui le forment, et un angle plan opposé à l'un des deux angles connus, construire le troisième angle linéaire et les deux autres angles plans, ou, avec deux panneaux et l'un des biveaux qui leur sont opposés, tracer tout le reste.

Solution. Soit l'angle solide trièdre S, *Fig. 126*, qui est représenté en perspective dans la figure, posé sur le plan d'une de ses faces dont l'angle est connu ASB ou DSE, dont on connaît aussi l'angle ASC ou DSH, avec l'inclinaison de HSE sur DSE, et dont on demande le troisième angle linéaire HSE ou BSc, et l'inclinaison de DSH tant sur DSE que sur HSE.

Par un point D, pris à volonté sur l'arête inférieure AS, commune aux deux angles connus, menez une perpendiculaire DE sur l'autre arête inférieure SB; par le même point D élevez à DE la perpendiculaire indéfinie Dh, qui se trouve parallèle à BS, et CDF perpendiculaire à AS; faites l'angle DEh égal à l'angle plan connu; du point D comme centre faites $Dh = Dh$, au moyen de l'arc hh, et décrivez l'arc CGI du rayon DC, et l'arc indéfini CABc de S comme centre et de SC pour rayon. Si vous menez ensuite la droite hF, elle coupera l'arc CGI en deux points G, g, qu'il suffit de porter sur l'arc CABc en c et c, en prenant F pour centre, FG et Fg pour rayons, pour avoir en BSc et BSc les deux angles linéaires qui résolvent la question, à moins que par hasard ils ne se confondent en un, quand hF est tangente et non sécante.

Démonstration. Concevez le triangle EDh relevé perpendiculairement au plan ASB, en tournant sur sa base ED, de manière que Dh soit devenue verticale; on le voit ainsi en perspective en EDh', et l'on en voit de même une position, mais scalène et non rectangle, en EDH, qui est la coupe verticale faite selon DE dans l'angle solide. Concevez de plus que du point F on ait mené en l'air une droite Fh' au sommet de ce triangle vertical, et qui constitue un autre triangle rectangle vertical FDh'; enfin imaginez que la face ASC tourne autour de l'arête AS, et que par conséquent le point C décrive la circonférence d'un cercle dont le plan sera perpendiculaire à AS, et par conséquent vertical, lequel passera par la verticale Dh' et comprendra toutes les positions que pourrait prendre le point C, quel que fût l'angle cherché. Comme la droite Fh' est dans le même plan vertical que cette circonférence, il faut qu'elle en soit ou entièrement dehors, ou bien sécante en deux points, ou au moins en un.

1.° Si Fh' était entièrement hors du cercle, ce serait une preuve que l'angle plan donné, ajouté à l'angle linéaire aussi donné comme opposé à cet angle plan, ne serait pas assez grand pour enfermer l'espace et compléter l'angle solide.

2.° Si Fh' ne coupait la circonférence qu'en un seul point, soit qu'elle y fût tangente, ou qu'elle n'en sortit pas après y être entrée, parce que Dh' se serait trouvée plus petite que DC, ce serait une marque que de toutes les positions que peut prendre le point C, il n'y en a qu'une seule où la face ASC puisse rencontrer la face BSc fixe dans sa position, quoique l'angle linéaire en soit inconnu.

3.° Quand Fh' est une sécante complète, comme en G et g, il y a deux positions du point C qui satis-

79. Problem. In einem körperlichen Winkel werden gegeben zwei von den drei geometrischen Winkeln, welche denselben bilden, nebst einem flachen Winkel, welcher einem der beiden gegebenen Winkel entgegengesetzt ist; daraus soll der dritte geometrische Winkel nebst den beiden andern flachen Winkeln gebildet werden?

Auflösung. Es sey S, *Fig. 126*, der dreiseitige körperliche Winkel, welcher in der Figur perspectivisch abgebildet und auf eine seiner Flächen, deren Winkel ASB oder DSE man kennt, gestellt ist, und wovon man auch den Winkel ASC oder DSH, nebst der Neigung von HSE auf DSE kennt; und woraus der dritte geometrische Winkel HSE, oder BSc, nebst der Neigung von DSH auf DSE und HSE gebildet werden soll.

Man nehme auf der untern Kante AS, welche den zwei gegebenen Winkeln gemeinschaftlich ist, einen beliebigen Punkt D; führe durch denselben eine Perpendicularlinie DE, auf die andere untere Kante SB; richte durch den nämlichen Punkt D, nach DE die unbestimmte Perpendicularlinie Dh auf, welche parallel seyn wird mit BS, und CDF perpendicular mit AS: mache den Winkel DEh gleich dem gegebenen flachen Winkel; mache ferner aus dem Punkte D als Mittelpunkt, $Dh = Dh$ vermittelst des Bogens hh; und beschreibe aus dem Radius DC, den Bogen CGI, und aus S als Mittelpunkt mit dem Radius SC, den unbestimmten Bogen CABc. Zieht man sodann die gerade Linie hF, so wird solche den Bogen CGI an zwei Punkten G, g, durchschneiden. Bringt man sodann diese letztern auf den Bogen CABc nach c und c, indem man F zum Mittelpunkt, und FG, Fg zu Radiis nimmt; so erhält man in BSc und BSc die beiden geometrischen Winkel vermittelst welcher die Frage aufgelöst wird; es wäre denn, dass solche sich zufälligerweise in einen verschmelzen, wenn hF berührt und nicht durchschneidet.

Beweis. Man denke sich, dass der auf dem Plane ASB perpendicular aufgerichtete Triangel EDh, sich dergestalt um seine Basis ED dreht, dass Dh vertical geworden ist, wie man es bei EDh' perspectivisch sieht, und wovon eine andere nicht rechtwinkelige, sondern ungleichseitige Stellung bei EDH zu sehen ist, welches der verticale nach DE im körperlichen Winkel gemachte Durchschnitt ist. Man denke sich ferner, dass man aus dem Punkte F in Gedanken eine Linie Fh' auf die Höhe dieses verticalen Triangels gezogen habe, und welche Linie einen andern verticalen rechtwinkeligen Triangel FDh' bildet. Endlich denke man sich, dass die Fläche ASC sich um die Kante AS dreht, und dass diesem zufolge der Punkt C den Umkreis eines Zirkels beschreibt, dessen Plan mit AS perpendicular seyn wird, und folglich vertical ist, und durch die verticale Linie Dh' gehen wird, wobei er alle Stellungen enthalten wird, welche der Punkt C, der gesuchte Winkel sey welcher er wolle, annehmen kann. Da die gerade Linie Fh' sich in dem nämlichen verticalen Plane befindet, wie dieser Umkreis, so muss sie entweder gänzlich ausserhalb desselben liegen, oder wo nicht an zwei Punkten, doch wenigstens bei einem durchschneidend seyn.

1.° Wäre Fh' gänzlich ausserhalb des Zirkels, so läge darin der Beweis, dass der gegebene flache Winkel, welcher zu dem ebenfalls gegebenen geometrischen Winkel hinzugekommen und ihm entgegengesetzt ist, nicht gross genug wäre um den Raum einzuschliessen und den körperlichen Winkel vollständig zu machen.

2.° Durchschnitte die Linie Fh' den Umkreis bloss in einem einzigen Punkte, sie mag denselben nun berühren oder darin bleiben, wenn sie hineingegangen ist, indem Dh' kürzer seyn würde als DC; so wäre dies ein Beweis, dass unter allen Stellungen, welche der Punkt C annehmen kann, es bloss eine einzige giebt wo die Fläche ASC mit der Fläche BSc zusammentreffen kann, welche letztere in ihrer Stellung unbeweglich ist, ohnerachtet der geometrische Winkel derselben unbekannt ist.

3.° Bildet Fh' eine vollständig durchschneidende Linie, wie z. B. bei G und g; so hat der Punkt C

79. Problem. Knowing in a solid angle two of the three linear angles of which it consists, and one plan angle opposite to one of the known angles, to construct the third linear angle and the two other plan angles, or, with two pannels and one of the *backings* opposite to them, to trace all the rest.

Solution. Let be the triedron solid angles, *Fig. 126*, represented in perspective in the figure, placed on the plan of one of its faces whose the angle is known ASB or DSE, whose one knows also the angle ASC or DSH, with the inclination of HSE towards DSE, and whose the third linear angle HSE or BSc, and the inclination of DSH towards DSE and HSE, are required.

By the point D, taken at will on the inferior edge AS, common to both the known angles, draw a perpendicular DE on the other inferior edge SB; by the same point D, draw up to DE the indefinite perpendicular Dh, which is found to be parallel to BS, and CDF perpendicular to AS. Make the angle DEh equal to the plan angle known; from the point D as center, make $Dh = Dh$, by means of the arc hh; and describe the arc CGI with the ray DC, and the indefinite arc CABc from S as center and with SC as ray. If you draw afterwards the right line hF, it will cut the arc CGI in two points G, g, that it is sufficient to transfer on the arc CABc in c and c, taking F as center, FG and Fg as rays, to have in BSc and BSc the two linear angles which resolve the question; unless they are, by chance, confounded into one, when hF is tangent and not secant.

Demonstration. Suppose the triangle EDh raised up perpendicularly to the plan ASB, by turning on its basis ED, so that Dh is become vertical: it is thus seen in perspective in EDh'; and one may see also a position of it, but scalene and not rectangular, in EDH, which is the vertical section made according to DE in the solid angle. Suppose still that from the point F one has drawn up a right line to the summit of that vertical triangle, which makes another vertical rectangular triangle FDh'; at last suppose that the face ASC may turn round the edge AS, and that consequently the point C describes the circumference of a circle whose plan will be perpendicular to AS, and accordingly vertical, which will pass through the vertical Dh', and include all the positions that might take the point C, whatever may be the searched angle. As the right line Fh' is in the same vertical plan as that circumference, it must be or quite without it, or it must cut it in two points, or at least in one.

1.° If Fh' was out of the circle, it would be a proof that the given plan angle, with the linear angle also given as opposite to that plan angle, is not big enough to include the space and complete the solid angle.

2.° If Fh' did cut the circumference but in one point, either being tangent, or not going out from it after going in it, because Dh' would have been shorter than DC, it would show that amongst all the positions that the point C may take, there is but one in which the face ASC may meet the face BSc fix in its position, though the linear angle of it may be unknown.

3.° When Fh' is a complet secant, as in G and g, there are two positions of the point C which answer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

font à la question, et qu'il faut construire. Or il est visible que le triangle F D h n'est autre chose que le triangle F D h' rabattu sur le plan de la base; en sorte que h F représente l'hypoténuse h' F. Or la demi-circonférence C G I représente aussi, sur le plan de la base, celle que le point C décrit en l'air : donc G et g sont, en développement, les seules distances du point F où le point C puisse être placé en l'air pour satisfaire aux conditions données; et comme il faut aussi qu'il soit à une distance de S égale à C S, c'est-à-dire sur la circonférence C A B c, on a, en développement sur le plan, les angles B S c et B S c, pour les seuls qui puissent être le troisième angle linéaire de l'angle solide proposé.

Les trois angles linéaires étant une fois connus, les angles plans s'en déduisent par les problèmes précédens.

80. Problème. Dans un angle solide trièdre, connaissant deux angles plans [biveaux], et un angle linéaire [panneau] opposé à l'un d'eux, construire les deux autres angles linéaires et le troisième angle plan. *Fig. 127.*

Solution. Soient A S B l'angle linéaire, ou face, ou panneau connu; A E H, l'angle plan contigu à cette face, formé par les deux lignes A E, E H, perpendiculaires à l'arête S B, et rabattu sur le plan de cette même face. Du point A, pris d'ailleurs à volonté sur l'autre arête, menez à E H la perpendiculaire A G, et considérez-la comme l'axe d'un cône droit sur la face qui doit être contiguë à S B. Si vous donnez pour apothèmes à ce cône les droites A F, A I, faisant l'angle A F G égal à la mesure de l'angle qui doit être opposé à la face A S B, il est évident que la face contiguë à l'arête A S doit être un plan tangent à quelqu'un des apothèmes de ce cône, puisqu'elle doit faire avec l'autre face un angle plan égal à l'angle linéaire A F G, et que la troisième face, contiguë à l'arête S B, doit contenir la base circulaire de ce cône, ayant son centre sur une perpendiculaire au point E de l'arête S B.

Imaginez donc que la face contiguë à S B ait tourné sur cette arête S B, comme sur une charnière, pour se rabattre sur le plan de la face A S B. Après ce mouvement, la ligne H E se trouvera être E C, sur le prolongement de la perpendiculaire A E; et la base circulaire du cône A I F sera le cercle i g f, dont vous aurez le centre et les extrémités du diamètre par les arcs i I, g G, f F, décrits du point E comme centre, et des rayons E I, E G, E F.

Ainsi, en menant au cercle i g f, par le sommet S, toutes les tangentes que les circonstances peuvent permettre, comme ici S C et S c, vous aurez en B S C, B S c, tous les angles linéaires possibles qui puissent recevoir l'intersection d'un troisième plan, tangent au cône dont l'apothème fait avec ceux-ci l'angle demandé, et conséquemment tous ceux qui peuvent former l'angle S proposé.

Le troisième angle linéaire A S c a été construit dans l'hypothèse que le second angle soit B S C, en décrivant du centre E l'arc C H, abaissant H P perpendiculaire sur A E, menant de P sur A S la perpendiculaire indéfinie P D c, et la coupant par l'arc C c décrit de S comme centre, comme on le fait dès que l'on connaît deux angles linéaires et l'angle plan y compris.

Le troisième angle plan h D P a été construit ensuite, en menant P h parallèle à A S, ou perpendiculaire à D P, faisant P h = P H, et joignant

zwei Stellungen, welche die Frage auflösen und gezeichnet werden müssen. Nun giebt aber der Augenschein, dass der Triangel F D h nichts weiter ist, als der auf die Basis zurückgelegte Triangel F D h'; so dass hF die Hypothenuse h'F ist. Und da der halbe Umkreis C G I auf dem Plane der Basis ebenfalls auch den halben Umkreis vorstellt, welchen der in Gedanken gezogene Punkt C beschreibt; so sind folglich G und g die alleinigen Abstände des Punktes F, wo in Gedanken der Punkt C so gestellt werden kann, dass er den vorgeschriebenen Bedingungen Genüge leistet. Und da er sich ferner in einem Abstande von S befinden muss, welcher mit C S gleich ist, d. h. auf dem Umkreise C A B c; so erhält man auf dem Plane die Winkel B S c und B S c, als die einzigen, welche den dritten geometrischen Winkel des vorgegebenen körperlichen bilden können.

Sind solchergestalt die drei geometrischen Winkel gefunden, so ergeben sich die flachen Winkel aus den vorigen Problemen.

80. Problem. Es werden in einem körperlichen dreiseitigen Winkel zwei flache Winkel und ein geometrischer, welcher einem von diesen beiden entgegengesetzt ist, gegeben, um daraus die beiden andern geometrischen nebst dem dritten flachen Winkel zu finden. *Fig. 127.*

Auflösung. A S B sey der gegebene geometrische Winkel oder Fläche; A E H sey der flache Winkel, welcher an diese Fläche anstösst, und aus zwei mit der Kante S B perpendicularen Linien A E, E H gebildet, und auf diese nämliche Fläche umgelegt ist. Aus einem beliebigen, auf der andern Kante genommenen Punkte A, ziehe man nach E H die Perpendicularlinie A G, und betrachte sie als die Axe eines geraden Kegels auf der Fläche, welche an S B anstossen soll. Giebt man diesem Kegel die geraden Linien A F, A I zu Apothemen, welche den Winkel A F G dem Maasstabe desjenigen Winkels gleich machen, welcher der Fläche A S B entgegengesetzt seyn soll; so ergiebt sich daraus, dass die an die Kante A S anstossende Fläche irgend eines von den Apothemen dieses Kegels berühren muss, weil sie mit der andern Fläche einen flachen Winkel bilden muss, welcher dem geometrischen Winkel A F G gleich ist; und die dritte an die Kante S B anstossende Fläche die zirkelrunde Basis dieses Kegels enthalten muss, deren Mittelpunkt sich auf einer mit dem Punkte E der Kante S B perpendicular gehenden Linie befindet.

Man denke sich nun, dass vermittelst einer scharnierförmigen Bewegung die an S B anstossende Fläche sich um diese Kante S B herum gedreht und auf die Fläche A S B umgelegt habe. Die Linie H E wird nach dieser Bewegung E C auf der verlängerten Perpendicularlinie A E geworden seyn; und die zirkelrunde Basis des Kegels A I F wird der Zirkel i g f seyn, dessen Mittelpunkt und Enden des Durchmessers man vermittelst der Bogen i I, g G, f F erhält, welche aus dem Punkte E als Centrum und aus den Radiis E I, E G, E F beschrieben worden sind.

Bringt man also an den Zirkel i g f, durch die Höhe S, alle den Umständen nach mögliche Tangenten, wie hier z. B. S C und S c; so erhält man in B S C, B S c alle mögliche geometrische Winkel, mit denen sich ein dritter Plan durchschneiden kann, welcher den Kegel berührt, dessen Apothem mit diesen Winkeln den gesuchten bildet, und erhält folglich alle diejenigen, welche den gegebenen Winkel S formiren können.

Der dritte geometrische Winkel A S c ist unter der Voraussetzung gezeichnet worden, dass der zweite B S C sey; wobei aus dem Centro E der Bogen C H beschrieben, H P auf A E perpendicular herabgezogen, die unbestimmte Perpendicularlinie P D c, von P auf A S geführt, und mit dem aus S als Mittelpunkt beschriebenen Bogen C c durchschnitten worden ist, und zwar auf die nämliche Weise als wenn man zwei geometrische nebst dem inbegriffenen flachen Winkel kennt.

Hierauf ist der dritte flache Winkel h D P dergestalt gezeichnet worden, dass man P h mit A S parallel oder mit D P perpendicular geführt, P h = P H

to the question, and which must be constructed. Now it is clear that the triangle F D h is nothing else but the triangle F D h' laid down on the plan of the basis; so that h F represents the hypotenuse h'F. But the half-circumference C G I represents also, on the plan of the basis, that described in the space by the point C: therefore G and g are, in the unfolding, the only distances from the point F where the point C may be placed in the air to answer to the proposed question; and as it must also be at a distance from S equal to C S, that is on the circumference C A B c, one has, in the unfolding on the plan, the angles B S c and B S c, as the only ones which can be the third linear angle of the solid angle proposed.

The three linear angles once being known, the plan angles are deduced from them by the preceding problems.

80. Problem. In a solid angle triedron, knowing two plan angles *[backings]*, and a linear angle [pannel] opposite to one of them, to construct the two other linear angles and the third plan angle. *Fig. 127.*

Solution. Let be A S B the linear angle, or face, or pannel known; A E H, the plan angle contiguous to that face, formed by the two lines A E, E H, perpendicular to the edge S B, and laid down on the plan of the same face. From the point A, taken at will on the other edge, draw to E H the perpendicular A G, and consider it as the axis of a right cone on the face which ought to be contiguous to S B. If you give as apothems to that cone the right lines A F, A I, making the angle A F G equal to the measure of the angle which ought to be opposite to the face A S B, it is evident that the face contiguous to the edge A S ought to be a plan tangent to some of the apothems of that cone, since it ought to make with the other face a plan angle equal to the linear angle A F G, and that the third face, contiguous to the edge S B, ought to contain the circular basis of that cone, having its center on a perpendicular to the point E of the edge S B.

Suppose therefore that the face contiguous to S B has turned on that edge S B as on hindges, to be laid down on the plan of the face A S B. After that movement, the line H E will be E C, on the prolongation of the perpendicular A E; and the circular basis of the cone A I F will be the circle i g f, of which the center and the extremities of the diameter will be had by the arcs i I, g G, f F, described from the point E as center, and with the rays E I, E G, E F.

Thus, drawing to the circle i g f, by the summit S, all the tangents that the circumstances can allow, as here S C and S c, you will have in B S C, B S c, all the linear angles possible which can receive the intersection of a third plan tangent to the cone whose apothem makes with these the angle required, and consequently all those that can form the proposed angle S.

The third linear angle A S c has been constructed in the supposition that the second is B S C, describing from the center E the arc C H, letting down H P perpendicular to A E, drawing from P on A S the indefinite perpendicular P D c, and cutting it by the arc C c described from S as center, as when we know two linear angles and the plain angle included.

The third plan angle h D P has been constructed after, by drawing P h parallel to A S or perpendicular to D P, making P h = P H, and joining

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

h à D, comme quand on connaît les trois angles linéaires.

La figure s d p h présente en perspective les deux angles solides qui satisfont à la question, avec le cône intérieur a f i, qui sert de base à la construction.

81. Problème. Dans un angle solide trièdre, connaissant un angle linéaire et les deux angles plans qui lui sont adjacens, construire les deux autres angles linéaires et le troisième angle plan que ceux-ci forment entre eux.

Solution. Fig. 128. Soient E S D, l'angle linéaire connu; d p, une perpendiculaire quelconque de l'arête D S, ainsi que e p pour l'arête E S; p d h, l'angle plan formé sur l'angle E S C par l'angle qui lui est contigu et que l'on ne connaît pas; l'indéfinie h h p P, perpendiculaire à d p, ou parallèle à S D i.

Sur l'autre arête, faites l'angle p e h' égal à l'angle plan que l'autre angle inconnu fait avec la même face E S D; faites e i = p h, et menez l'indéfinie h' p parallèle à S E. Par l'intersection P de h' p avec h p, menez P C et P c, respectivement perpendiculaires à S E et S D; du point P comme centre, et d'un rayon égal à p h, coupez en H et en h les parallèles indéfinies p h, p h'; puis des points D, E, comme centres, avec les rayons respectifs D h, E H, coupez les perpendiculaires P D, P E, en c et C; menez S C et S c : les angles c S D, C S E, sont les deux angles linéaires cherchés, qui donnent moyen de construire le troisième angle plan en I par les perpendiculaires c B et C A, et les arcs co-sécans C I et c I.

Démonstration. Les perpendiculaires d p, e p, étant placées arbitrairement, sont les traces de deux plans respectivement perpendiculaires aux arêtes S A, S B, tous deux perpendiculaires au plan E S D, et qui coupent la troisième arête en deux points différens. Les secondes perpendiculaires D P, E P, se coupant au point P, et de manière que, H P étant égal à H p, l'angle H E P soit égal au second angle plan donné, elles sont les traces de deux plans qui coupent l'angle solide perpendiculairement à la face E S D, et chacun respectivement perpendiculaire aux mêmes arêtes; de sorte que leur intersection commune est une perpendiculaire au point P sur le plan E S D, et terminée en un même point de la troisième arête, à une certaine distance du sommet S, distance qui est l'hypoténuse d'un triangle rectangle vertical, dont la base est S P, la hauteur P H, P h ou p h.

Mais on porte immédiatement cette distance sur le développement, en considérant ce point de la troisième arête comme sommet commun des deux autres triangles, aussi réellement verticaux, D P h, E P H, qui sont rabattus sur le plan E S B; en sorte que les arcs H C et h c donnent, sur les perpendiculaires P D, P E, les points c, C, qui sont le sommet de cette verticale, dont le pied est en P, porté sur le plan D S E par un mouvement de la ligne h D sur le point D, et de la ligne H E sur le point E. Ainsi les deux points c et C doivent être à la même distance de S; ce qui donne un moyen de vérification.

On conçoit ainsi que, A S C tournant sur A S, et B S c tournant sur B S, C S et c S formeront la troisième arête, sur laquelle C et c seront un même point, dont la retombée sera en P.

On voit aussi par-là que C A et c B sont, sur les deux faces nouvelles, les traces d'un plan perpendiculaire à la troisième arête, et que A B en est la

gemacht und h mit D vereinigt hat, gerade so als wenn man die drei geometrischen Winkel kennt.

Die Figur s d p h zeigt in perspectivischer Ansicht die beiden körperlichen Winkel, welche die Frage auflösen, so wie den innern Kegel a f i, welcher bei der Zeichnung zur Basis dient.

81. Problem. Kennt man in einem dreiseitigen körperlichen Winkel einen geometrischen nebst den beiden flachen Winkeln, welche an ihn anstossen, wie werden die beiden andern geometrischen nebst dem dritten flachen Winkel, den dieselben mit einander bilden, gefunden?

Auflösung. Fig. 128. Es sey E S D der geometrische Winkel, den man kennt; d p sey eine Perpendicularlinie an einem beliebigen Punkte der Kante D S, so wie e p bei der Kante E S; p d h der flache Winkel, welcher auf dem Winkel E S C vermittelst des ihn berührenden Winkels, den man nicht kennt, gebildet worden ist; die unbestimmte Linie h h p P, sey perpendicular mit d p, oder parallel mit S D i.

Man mache auf der andern Kante den Winkel p e h' gleich dem flachen Winkel, den der andere unbekannte Winkel mit der nämlichen Fläche E S D bildet; mache ferner e i = p h, und ziehe die unbestimmte Linie h' p mit S E parallel. Durch den Durchschnitt P aus h' p, mit h p, ziehe man P C und P c perpendicular mit S E und S D; aus dem Punkte P als Mittelpunkt, und aus einem Radius = p h durchschneide man bei H und bei h die unbestimmten Parallellinien p h, p h'; durchschneide sodann aus den Punkten D, E, als Mittelpunkten, mit den respectiven Radiis D h, E H, die Perpendicularlinien P D, P E, bei c und C; ziehe S C und S c: die Winkel c S D, C S E, sind sodann die beiden gesuchten geometrischen Winkel, mit denen man vermittelst der Perpendicularlinien c B und C A, und der gemeinschaftlich durchschneidenden Bogen C I und c I den dritten flachen Winkel bei I, zeichnen kann.

Beweis. Die auf beliebige Weise gezogenen Perpendicularlinien d p, e p, sind die Linien zu zwei Plänen, von denen ein jeder mit den Kanten S A, S B perpendicular ist; beide sind ferner auch mit der Fläche E S D perpendicular und durchschneiden die dritte Kante an zwei verschiedenen Punkten. Da die zwei Perpendicularlinien D P, E P, sich bei dem Punkte P durchschneiden, so dass der Winkel H E P, weil H P = h P, dem gegebenen zweiten flachen Winkel gleich ist, so sind sie die Linien zu zwei Plänen, welche den körperlichen Winkel mit der Fläche E S D perpendicular durchschneiden, und wobei ein jeder mit den nämlichen Kanten perpendicular ist; so dass ihr gemeinschaftlicher Durchschnitt eine mit dem Punkte P auf der Fläche E S D perpendiculare Linie ist, welche sich an einem Punkte auf der dritten Kante, in einem gewissen Abstande von der Höhe S endigt, und welcher Abstand die Hypothenuse eines verticalen rechtwinkeligen Triangels ist, dessen Basis S P, und die Höhe P H, P h oder p h ist.

Hierauf trägt man diesen Abstand unmittelbar nachher auf die Zeichnung, wobei man diesen Punkt der dritten Kante als die gemeinschaftliche Höhe der beiden andern ebenfalls verticalen Triangel D P h, E P H, welche auf die Fläche E S B umgelegt sind, annimmt; so dass die Bogen H C, h c, auf der Perpendicularlinie P D, P E, die Punkte c, C geben, welche die Höhe der Verticallinie sind, deren Fuss vermittelst einer Bewegung der Linie h D auf den Punkt D, nach P auf dem Plane D S E, und von der Linie H E auf dem Punkt E getragen worden ist. Diesem zufolge müssen die beiden Punkte c und C in dem nämlichen Abstande von S seyn, wodurch man sich von dem Erfolge der Operation überzeugen kann.

Hieraus erhellt, dass wenn sich A S C auf A S, und B S c auf B S dreht, so bilden, C S und c S die dritte Kante, auf welcher C und c ein und derselbe Punkt ist, dessen verticale Vorstellung sich bei P befinden wird.

Hieraus erhellt ferner, dass C A und c B auf den beiden neuen Flächen, die Vorstellung eines mit der dritten Kante perpendicularen Planes sind, und

h to D, as when one knows the three linear angles.

The figure s d p h shows in perspective the two solid angles which answer to the question, with the internal cone a f i, which is the basis of the construction.

81. Problem. In a solid angle triedron, knowing a linear angle and its two neighbouring plan angles, to construct the two other linear angles, and the third plan angle formed between those two.

Solution. Fig. 128. Let be E S D, the linear angle known; d p, a perpendicular to a point whatever of the edge D S, as well as e p for the edge E S; p d h, the plan angle formed on the angle E S C by the angle contiguous to it and unknown; the indefinite h h p P, perpendicular to d p, or parallel to S D i.

On the other edge, make the angle p e h' equal to the plan angle that the other unknown angle makes with the same face E S D; make e i = p h, and draw the indefinite h' p parallel to S E. By the intersection P of h' p with h p, draw P C and P c perpendicular to S E and S D; from the point P as center, and with a ray = p h, cut in H and h the indefinite parallel p h, p h'; and from the points D, E, as centers, with the respective rays D h, E H, cut the perpendiculars P D, P E, in c and C; draw S C and S c: the angles c S D, C S E, are the two linear angles searched, which give the means of constructing the third plan angle in I, by the perpendiculars c B and C A, and the cosecant arcs C I and c I.

Demonstration. The perpendiculars d p, e p, being placed at will, are the traces of two plans perpendicular to the edges S A, S B, both perpendicular to the plan E S D, and cutting the third edge in two different points. The second perpendiculars D P, E P, cutting each other in the point P, and so that, H P being equal to h P, the angle H E P may be equal to the second plan angle given, they are the traces of two plans which cut the solid angle perpendicularly to the face E S D, and each respectively perpendicular to the same edges; so that their common intersection is a perpendicular in the point P on the plan E S D, and ending at a same point of the third edge, at a certain distance from the summit S, which distance is the hypotenuse of a vertical rectangular triangle, whose basis is S P, the height P H, P h or p h.

But we transfer immediately that distance on the unfolding, considering that point of the third edge as the common summit of two other triangles, also really vertical, D P h, E P H, which are laid down on the plan E S B; so that the arcs H C and h c give on the perpendiculars P D, P E, the points c, C, which are the summit of that vertical, whose bottom is in P, brought on the plan D S E by a movement of the line h D on the point D, and from H E on the point E. Thus the two points c and C ought to be at the same distance from S, which is a way of verifying.

It is clear that, A S C turning on A S, and B S c on B S, C S and c S will form the third edge, on which C and c will be one same point, of which the *drop* will be in P.

It shows also that C A and c B are, on the two new faces, the traces of a plan perpendicular to the third edge, and that A B is the trace of it on the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trace sur la première face; qu'ainsi le triangle AIB est la coupe entière de l'angle solide, dont l'angle en I, formé par deux perpendiculaires au même point C ou c de la troisième arête, est la mesure de l'angle plan que les deux nouvelles faces font entre elles.

82. Problème. Connaissant les trois angles plans [biveaux] d'un angle solide, en construire les trois angles linéaires [les panneaux].

Solution. Fig. 129. Soit ABC, l'un des angles plans connus, pris dans son propre plan; c'est-à-dire qu'une arête étant perpendiculaire au plan du dessin en A, les droites AD, AE, sont perpendiculaires à cette arête, et sont les traces de deux des faces de l'angle proposé, faces qui sont elles-mêmes perpendiculaires au plan du dessin, puisque leur intersection commune l'est. D'un point quelconque F de ce plan, menez à AE et AD les perpendiculaires FG, FH, et considérez-les comme axes de deux cônes droits, chacun sur l'une des faces dont AE et AD sont les traces. Achevez la projection de ces cônes, en traçant leurs apothèmes de manière que les angles FaH et FIH, FJG et F*a*G, soient respectivement égaux aux deux autres angles plans connus de l'angle solide proposé.

Il est évident que la troisième face de cet angle solide doit être un plan tangent à ces deux cônes, ou au moins parallèle au plan qui leur est tangent.

La base du cône JF*a* est le cercle J*hai*, rabattu sur le plan du dessin; et si, sur l'extrémité *a* de l'apothème, vous élevez la perpendiculaire *a*K jusqu'à l'axe prolongé, le cercle J*dae*, décrit du centre K avec le rayon K*a*, sera le grand cercle d'une sphère inscrite à ce cône, et qui le touche à la circonférence J*hai*.

Pour construire une autre sphère égale à celle-là, et inscrite dans l'autre cône FaI, élevez Fk perpendiculaire à l'apothème Fa, et égale à K*a*; menez ensuite k*a'* parallèle à FH : *a'k*, perpendiculaire à F*a'*, sera = Fk = *a*K, et le cercle *a'*g j f sera = J*dae*; en sorte que, si vous menez *a'*L parallèle à AE, elle sera la trace d'une face parallèle à celle que nous avions d'abord considérée comme ayant pour trace AE, et propre par conséquent à former le même angle solide.

Aux deux cercles *a'*g j f, J*dae*, menez les deux tangentes communes d f, e g, et leurs perpendiculaires dKe, f*k*g; et vous aurez le plan d'un cylindre circonscrit aux deux sphères, et les touchant par de grands cercles dont les plans ont pour traces de, fg, perpendiculaires à K*k*, qui est en même temps axe du cylindre et ligne des centres des sphères.

Ainsi tout plan qui passera par le point F, et qui sera tangent à ce cylindre, le sera aussi aux deux sphères qu'il embrasse, et par conséquent aux deux cônes JF*a*, JF*a'*, qui embrassent aussi les sphères; il fera donc les deux angles donnés avec les deux faces dont les traces sont L*a'* et LD, et il ne reste plus qu'à construire ce plan tangent.

Le plan du dessin étant perpendiculaire, en même temps, au cercle de contact du cylindre avec la sphère, qui est de, et au cercle de contact de la même sphère avec le cône, qui est J*a*, l'intersection des plans de ces deux cercles de contact est une perpendiculaire au plan du dessin, élevée au point o, où se coupent les traces de ces deux cercles; et ce point o est la projection des deux points où se coupent les deux circonférences de contact de la sphère et avec le cylindre et avec le cône qui lui sont circonscrits.

dass AB die Vorstellung desselben auf der ersten Fläche ist; so dass also der Triangel AIB der völlige Durchschnitt des körperlichen Winkels ist, von dem der Winkel in I, welcher aus zwei mit dem nämlichen Punkte C oder c der dritten Kante perpendicular gehenden Linien gebildet wird, das Maas zu dem flachen Winkel ist, den die beiden neuen Flächen zusammen bilden.

82. Problem. Auf drei gegebene flache Winkel eines körperlichen Winkels die drei geometrischen zu zeichnen?

Auflösung. Fig. 129. ABC sey einer von den gegebenen flachen Winkeln, welcher in seiner eigenen Fläche genommen worden ist; d. h. da eine Kante mit dem Grundrisse bei A perpendicular ist, so sind die geraden Linien AD, AE mit dieser Kante perpendicular, und enthalten die Vorstellung zu zwei Flächen des gegebenen Winkels; diese Flächen sind ihrerseits selbst auch mit dem Grundrisse perpendicular, weil ihr gemeinschaftlicher Durchschnitt es ebenfalls ist. Aus einem beliebigen auf diesem Plane enthaltenen Punkte F, ziehe man die Perpendicularlinien FG, FH, nach AE und AD; und betrachte sie als die Axen zweier geraden Kegel, von denen ein jeder auf einer der Flächen AE und AD steht. Man vollende die Zeichnung dieser Kegel dadurch, dass man ihre Apotheme dergestalt zieht, dass die Winkel FaH und FIH, FJG und F*a*G den beiden andern flachen Winkeln des gegebenen körperlichen gegenseitig gleich sind.

Es ergiebt sich hieraus, dass die dritte Fläche dieses körperlichen Winkels diese beiden Kegel berühren oder wenigstens parallel mit der Fläche seyn muss, welche an dieselben anstösst.

Die Basis des Kegels JF*a* ist der Zirkel J*hai*, welcher auf den Grundriss umgelegt ist. Richtet man nun auf dem Endpunkte *a* des Apothems, die Perpendicularlinie *a*K bis zur verlängerten Axe auf; so wird der aus dem Centro K mit dem Radius K*a*, beschriebene Zirkel J*dae*, der grosse Zirkel einer in diesem Kegel eingeschriebenen Sphäre seyn, welche diesen Kegel an dem Umkreise J*hai* berührt.

Um eine andere, dieser letztern gleiche, und in dem andern Kegel FaI eingeschriebene Sphäre zu zeichnen, so richte man Fk mit dem Apotheme Fa perpendicular, und mit K*a* gleich auf, und ziehe sodann k*a'* mit FH parallel; worauf *a'k* perpendicular mit F*a'*, seyn wird = Fk = *a*K; und der Zirkel *a'*g j f wird seyn = J*dae*; so dass wenn man *a'*L mit AE parallel zieht, so wird diese Linie die Vorstellung zu einer Fläche geben, welche vorher mit AE bezeichnet worden ist, und vermittelst welcher daher der nämliche körperliche Winkel gebildet werden kann.

Man führe zu den beiden Zirkeln *a'*g j f, J*dae* die beiden gemeinschaftlichen Tangenten d f, e g, nebst ihren Perpendicularlinien dKe, f*k*g, wodurch man den Plan eines Cylinders erhält, welcher zwei Sphären einschliesst und sie vermittelst zweier grosser Zirkel berührt, deren Vorstellung de, fg, mit K*k* perpendicular ist; diese letztere Linie ist sowohl die Axe des Cylinders, als auch die Mittelpunktslinie der Sphären.

Diesem zufolge wird jeder Plan, welcher durch den Punkt F geht, und diesen Cylinder berührt, auch die beiden Sphären berühren, welche er umgiebt, und wird folglich auch die beiden Kegel JF*a*, JF*a'* berühren, welche diese Sphären ebenfalls umgeben; er wird folglich die beiden gegebenen Winkel nebst den beiden mit L*a'* und LD bezeichneten Flächen bilden; so dass bloss die Zeichnung dieses berührenden Planes noch übrig bleibt.

Da der Grundriss zu gleicher Zeit sowohl mit dem Zirkel des Cylinders de, welcher die Sphäre berührt, als auch mit dem Zirkel der nämlichen Sphäre, welcher den Kegel J*a* berührt, perpendicular ist; so wird der Durchschnitt der Flächen dieser beiden berührenden Zirkel eine mit dem Grundrisse perpendiculare Linie seyn, welche auf dem Punkte o, wo die Linien dieser beiden Zirkel sich durchschneiden, aufgerichtet ist; und dieser Punkt o ist sodann die Vorstellung der beiden Punkte wo sich die beiden Umkreise der

first face; that thus the triangle AIB is the whole section of the solid angle, whose angle in I, formed by two perpendiculars to the same point C or c of the third edge, is the measure of the plan angle made between the two new faces.

82. Problem. Knowing the three plan angles *[backings]* of a solid angle, to construct its three linear angles [the pannels].

Solution. Fig. 129. Let be ABC one of the plan angles known, taken in its own plan; that is that, an edge being perpendicular to the plan of the figure in A, the right lines AD, AE, ought to be perpendicular to that edge, and are the traces of two of the faces of the proposed angle, which faces are themselves perpendicular to the plan of the figure, since their common intersection is so. From a point whatever F of that plan, draw to AE and AD the perpendiculars FG, FH, and consider them as axis of two right cones, each on one of the faces of whom AE and AD are the traces. Finish the projection of those cones, with tracing their apothems so that the angles FaH and FIH, FJG and F*a*G, may be equal to the two other plan angles known of the solid plan proposed.

It is evident that the third face of that solid angle ought to be a plan tangent to those two cones, or at least parallel to the plan tangent to them.

The basis of the cone JF*a* is the circle J*hai*, laid down on the plan of the drawing; and if, on the extremity *a* of the apothem, you draw the perpendicular *a*K as far as the prolonged axis, the circle J*dae*, described from the center K with the ray K*a*, will be the great circle of a sphere inscribed in that cone, and which touches it at the circumference J*hai*.

To construct another sphere equal to that one, and inscribed in the other cone FaI, draw Fk perpendicular to the apothem Fa and equal to K*a*; draw afterwards k*a'* parallel to FH : *a'k*, perpendicular to F*a'*, will be = Fk = *a*K, and the circle *a'*g j f will be = J*dae*; so that if you draw *a'*L parallel to AE, it will be the trace of a face parallel to that we had at first considered as having AE as a trace, and apt consequently to form the same solid angle.

To the two circles *a'*g j f, J*dae*, draw the two common tangent d f, e g, and their perpendiculars dKe, f*k*g; and you will have the plan of a cylinder circumscribed to the two spheres, and touching them by great circles the plans of which have for traces de, fg, perpendicular to K*k*, which is at the same time axis of the cylinder and line of the centers of the spheres.

Thus every plan passing through the point F, and being tangent to that cylinder, will also be so with regard to the two spheres it contains, and consequently with regard to the two cones JF*a*, JF*a'*, which contain also the spheres: it will therefore form the two given angles with the two faces of which the traces are L*a'* and LD, and nothing remains but to construct that tangent plan.

The plan of the drawing being perpendicular at the same time to the circle of contact of the cylinder with the sphere, which is de, and to the circle of contact of the same sphere with the cone, which is J*a*, the intersection of the plans of those two circles of contact is a perpendicular to the plan of the drawing, drawn to the point o, where the traces of these two circles intersect; and that point o is the projection of the two points where the two circumferences of contact of the sphere with the cylinder and with the cone circumscribed to, intersect.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Supposez maintenant que la face tracée en LD ait été rabattue sur le plan du dessin par un quart de révolution exécuté sur cette ligne LD, et menez par o et par L les droites i h et LS, perpendiculaires à LD : SL sera indéfiniment l'arête de l'angle solide qui avait été prise d'abord pour base primitive de l'opération; h *a* i J sera le cercle de contact de la sphère et du cône; h et i sont les deux points où se coupent les deux circonférences par lesquelles la sphère touche et le cône et le cylindre; et il leur en correspond nécessairement deux autres sur l'autre sphère inscrite au second cône, et qui sont, par rapport aux deux premiers, dans une direction parallèle à l'axe K*k* du cylindre.

Il résulte de là que h S, tangente au point h du cercle J h *a* i, fera, avec la droite SL, l'angle linéaire propre à la face dont la trace était L D. (Voyez la *Fig. 131.*)

Le second angle linéaire se construit facilement au moyen du cône j F *a'*, que l'on rabat en forme de développement sur le prolongement de D L, au moyen des arcs *a'* Q, O P, et du cercle Q T R, décrit avec le rayon P Q, et auquel on mène du point S les tangentes S R, S T, dont il se trouve susceptible d'après les données.

Le troisième se déduit des deux premiers, en menant à SL la perpendiculaire p q, faisant l'angle q t r égal à D L O, t r = t p, r q perpendiculaire sur p q, q u perpendiculaire sur S h, et S u = S p, comme dans le problème où l'on cherche le troisième angle linéaire, quand les deux autres sont connus.

83. La *Fig. 130* fait sentir la démonstration de cette opération. On y voit en perspective les deux faces S L G (z), S L O (y), toutes deux perpendiculaires à la coupe G L O; les deux cônes F J *a*, F j *a'*, respectivement perpendiculaires à ces deux faces; les sphères inscrites dans ces cônes, et le cylindre d e f g circonscrit aux deux sphères. Les grands cercles d c e, f c' g, expriment le contact du cylindre avec les sphères; les cercles moindres, J c a, j c' *a'*, le contact de chaque cône avec la sphère qui lui appartient : en sorte que chacun des points c, c', est en même temps à la surface du cylindre, à celle d'une sphère, et à celle d'un des cônes. Les trois points F, c, c', déterminent donc, par le triangle qu'ils font, la position de la face S X X (x), laquelle détermine elle-même l'angle linéaire des deux faces contiguës, et particulièrement celui de la face L S G (z).

84. Les deux sphères, au lieu d'être circonscrites par un cylindre d e, f g, peuvent l'être de même par un cône double d e U f g, ayant aussi pour axe la ligne des centres K*k*, *Fig. 131*, et pour apothèmes les tangentes communes d g, e f, qui se croisent au lieu d'être parallèles.

Alors la même construction peut avoir lieu, excepté que les traces d e, f g, des plans des cercles de contact des sphères avec ce cône double, ne passent point par les centres K, *k*, comme dans le cas du cylindre circonscrit.

Par ce qui précède, on conçoit que, si par o et U on mène o O, et que l'on renvoie le point O en T' par l'arc O T', la perpendiculaire T' R, menée par T' à la ligne D L Q, déterminera le point de contact R de la ligne S R, qui donne le second angle.

Sphäre durchschneiden, welche sowohl den Cylinder als den Kegel berühren und diesen letztern einschliessen.

Man denke sich jetzt, dass die bei L D vorgestellte Fläche, vermittelst einer auf dieser Linie L D Statt gehabten Bewegung auf den Grundriss umgelegt worden sey; man ziehe nun durch o und durch L die geraden Linien i h und L S perpendicular mit L D; worauf S L die unbestimmte Kante des körperlichen Winkels seyn wird, welcher anfangs bei der Operation als Basis angenommen wurde; h *a* i J ist der berührende Zirkel der Sphäre und des Kegels; h und i sind die beiden Punkte wo sich die beiden Umkreise durchschneiden, vermittelst welcher die Sphäre den Kegel und den Cylinder berührt; mit diesen Punkten correspondiren nothwendigerweise zwei andere auf der im zweiten Kegel eingeschriebenen Sphäre, und befinden sich in Bezug auf die beiden ersten in einer mit der Axe K*k* des Cylinders parallelen Richtung.

Hieraus folgt, dass die Linie h S, welche den im Zirkel J h *a* i befindlichen Punkt h berührt, mit der geraden Linie S L den geometrischen Winkel, welcher zur Fläche L D gehört, bilden wird. (Man sehe die *Fig. 131.*)

Die Zeichnung des zweiten geometrischen Winkels lässt sich leicht vermittelst des Kegels j F *a'* ausführen; man zieht diesen letztern auf die verlängerte Linie D L herab, und zwar vermittelst der Bogen *a'* Q, O P, und vermittelst des mit dem Radius P Q beschriebenen Zirkels Q T R, zu welchem Radius man aus dem Punkte S die Tangenten S R, S T führt, welche der gedachte Zirkel vermöge der festgesetzten Angaben erhalten kann.

Die Zeichnung des dritten geometrischen Winkels ergiebt sich aus den beiden ersten; man führt nach S L die Perpendicularlinie p q, macht den Winkel q t r = D L O, t r = t p, führt r q perpendicular auf p q, q u perpendicular auf S h, und macht S U = s p, wie in dem Problem, in welchem man den dritten geometrischen Winkel sucht, wenn die beiden andern bekannt sind.

83. Die *Fig. 130* enthält den Beweis dieser Operation. Man sieht darin die beiden Flächen S L G (z), S L O (y), perspectivisch dargestellt; beide sind mit dem Durchschnitte G L O perpendicular; man sieht ferner die beiden Kegel F J *a*, F j *a'*, mit diesen beiden Flächen gegenseitig perpendicular; ferner die in diese Kegel eingeschriebenen Sphären, so wie den um die beiden Sphären herumgezogenen Cylinder d e f g. Die grossen Zirkel d c e, f c' g zeigen die Punkte wo der Cylinder die Sphären berührt; die kleineren Zirkel J c a; j c' *a'*, aber zeigen die Berührung, welche zwischen jedem Kegel und der zu ihm gehörigen Sphäre Statt hat; so dass sich also ein jeder von den Punkten c, c', zu gleicher Zeit sowohl auf der Fläche des Cylinders, als auch auf der einer Sphäre, so wie auf der Fläche eines der Kegel befindet. Die drei Punkte F, c, c', bestimmen folglich vermittelst des Triangels, den sie bilden, die Stellung der Fläche S X X (x), welche ihrerseits den geometrischen Winkel der beiden anstossenden Flächen, und insbesondere den Winkel der Fläche L S G (z) bestimmt.

84. Die beiden Sphären können, anstatt von einem Cylinder d e, f g, auch von einem doppelten Kegel d e U f g umschrieben werden; derselbe hat die Mittelpunktslinie K*k*, *Fig. 131* ebenfalls zur Axe, und seine Apotheme sind die gemeinschaftlichen Tangenten d g, e f, welche sich kreuzen, anstatt mit einander parallel zu seyn.

Die Zeichnung kann sodann auf die nämliche Weise ausgeführt werden, nur dass die Zirkellinien d e, f g, vermittelst welcher die Sphären diesen doppelten Kegel berühren, nicht durch die Mittelpunkte K, *k* gehen, wie solches der Fall bei dem umschriebenen Cylinder war.

Aus dem vorstehenden ergiebt sich, dass wenn man o O durch o und U zieht, und vermittelst des Bogens O T' den Punkt O nach T' zurückführt, so bestimmt die Perpendicularlinie T' R, welche durch T' auf die Linie D L Q geführt worden ist, den Berührungspunkt R der Linie S R, welche den zweiten Winkel beschreibt.

Suppose now that the face traced in L D has been laid down on the plan of the draught by a quarter of a revolution on that line L D, and draw by o and by L the straight lines i h and L S, perpendicular to L D : S L will be indefinitely the edge of the solid angle which had before been considered as the primitive basis of the operation; h *a* i J will be the circle of contact of the sphere and of the cone; h and i are the two points where the two circumferences by which the sphere touches the cone and the cylinder, intersect; and there are necessarily two others corresponding with them on the sphere inscribed to the second cone, in a direction parallel to the axis K*k* of the cylinder.

It results from this that h S, a tangent to the point h of the circle J h *a* i, will make with the straight line S L the linear angle apt to the face whose trace was L D. (*Fig. 131.*)

The second linear angle is easily constructed with the cone j F *a'*, laid down as in ledgement on the prolongation of D L, by means of the arcs *a'* Q, O P, and of the circle Q T R, described with the ray P Q, and to which are drawn from the point S the tangents S R, S T, which it can receive after what was agreed to.

The third is deducted from the two first by drawing to S L the perpendicular p q, making the angle q t r = D L O, t r = t p, r q perpendicular to p q, q u perpendicular to S h, and S u = S p, as in the problem in which one looks for the third linear angle, when the two others are known.

83. The *Fig. 130* shows the demonstration of that operation. There one may see in perspective the two faces S L G (z), S L O (y), both perpendicular to the section G L O; the two cones F J *a*, F j *a'*, respectively perpendicular to those two faces; the spheres inscribed into those cones, and the cylinder d e f g circumscribed to both the spheres. The great circles d c e, f c' g, represent the contact of the cylinder with the spheres; the smaller circles J c a, j c' *a'*, the contact of each cone with the sphere belonging to it: so that each point c, c', is at the same time on the surface of a cylinder, on that of a sphere, and on that of one of the cones. The three points F, c, c', determine therefore, by the triangle they form, the position of the face S X X (x), which determines itself the linear angle of the two contiguous faces, and particularly that of the face L S G (z).

84. The two spheres, instead of being circumscribed by a cylinder d e, f g, may be so by a double cone d e U f g, having also for its axis the line of the centers K*k*, *Fig. 131*, and for apothems, the common tangents d g, e f, which cross each other instead of being parallel.

Then the same construction may take place, except that the traces d e, f g, of the plans of the circles of contact of the spheres with that double cone, don't pass by the centers K, *k*, as in the case of the circumscribed cylinder.

It is understood by what precedes that, if by o and U one draws o O, and if one transfers the point O to T' by the arc O T', the perpendicular T' R, drawn by T' to the line D L Q, will determine the point of contact R of the line S R, which gives the second angle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Scholie. 1.° Quand on emploie le cône double, au lieu du cylindre, dans cette construction, il en résulte un angle solide, où deux angles linéaires sont les mêmes que si l'on avait employé le cylindre, et où l'autre est le supplément du troisième; en sorte que, suivant celle des trois arêtes qu'on aura prise pour point de départ de la construction en A ou L, on aura trois angles solides différens.

2.° Dans chacune des quatre constructions, si c'est par le point i qu'on mène la tangente, on aura une pyramide égale, mais symétrique, à celle que donne la tangente h S.

Il y a donc huit solutions distinctes, sans y comprendre les huit que donne ST.

85. Problème. Connaissant les inclinaisons tant de la coupe que du long-pan d'un comble, tracer la coupe des deux pannes.

Solution. Soient, *Fig. 133*, AB la pente du long-pan, CD celle de la croupe, et EF la projection horizontale de la ligne d'arête de l'arêtier. Cette projection contenant aussi celle de la coupe d'about des deux pannes, nous allons employer cette ligne pour exécuter le tracé. D'un point G pris arbitrairement sur EF, menons G*g* parallèle à EA, et considérons ce point comme étant la projection horizontale de l'extrémité de l'arête inférieure de la face en juxta-position sur l'arbalétrier, côté du tasseau : prenant de même le point H pour projection horizontale de l'extrémité de l'arête supérieure de ladite face de juxta-position, menons de même H*h* parallèle à EA, et HI parallèle à AF; et par le point G menons aussi GJ parallèle à FA; prenant encore arbitrairement sur EF le point K comme projection de l'extrémité de l'arête supérieure de la face appuyée sur le tasseau, et menant encore K*j* parallèle à EA, et *gj* perpendiculaire à AB, les lignes GI et *gh* donneront le tracé à la face de juxta-position de la panne; et les lignes JK et *gj*, celui de la face appuyée sur le tasseau.

Pour les appliquer au volume, il suffit de porter GI de g en i, *Fig. 133*, de tracer ih perpendiculaire à gi, de porter sur celle-ci *gh* de i en h, et de tracer gh; puis de mener gj aussi perpendiculaire à gi, y porter *gj* de g en j; de mener indéfiniment jk parallèle à gi, d'y porter JK de j en k, et tracer gk, et enfin de retourner ces deux traits sur les deux autres faces.

Une construction semblable, faite pour la panne de croupe, s'appliquerait de la même manière au volume de celle-ci.

Démonstration. *gh* est la projection verticale de la trace d'about de la face juxta-posée à l'arbalétrier; GH en est la projection horizontale pour une largeur égale à *gh*, et GI est la différence des distances des extrémités G et H au plan vertical de projection. Donc pour une pareille largeur, telle qu'on la prendrait en *gh*, la longueur réelle de cette trace doit être l'hypoténuse gh du triangle rectangle gih, formé des côtés ih = *gh*, et gi = GI. Ainsi GH est la véritable direction de la trace cherchée, et n'a besoin que d'être prolongée à travers toute la largeur d'une pièce de bois quelconque, de quelque largeur qu'elle soit, pour en devenir la trace d'about complète.

En raisonnant de même, on prouverait que gk est la direction de la trace sur la face contiguë, et s'applique aussi bien à toutes les épaisseurs possibles.

86. Problème. Tracer les délardemens, le recreusement et les coupes d'un arêtier, quel que soit l'angle du plan.

Anmerkung. 1.° Bedient man sich bei dieser Zeichnung des doppelten Kegels, anstatt des Cylinders, so entsteht daraus ein körperlicher Winkel, bei welchem man die nämlichen zwei geometrischen Winkel erhält wie bei der Anwendung des Cylinders, wo der zweite Winkel die Ergänzung des dritten ist; so dass wenn man derjenigen von den drei Kanten folgt, von welcher man in A oder L bei der Zeichnung ausgegangen ist, so erhält man drei verschiedene körperliche Winkel.

2.° Führt man bei jeder von diesen vier Zeichnungen die Tangente durch den Punkt i, so erhält man eine gleichförmige Pyramide, welche aber mit der von den Tangenten hS gebildeten in einem symmetrischen Verhältnisse steht.

Diesem zufolge können hierbei acht verschiedene Auflösungen zur Anwendung kommen, wobei die acht andern, welche sich aus ST ergeben, nicht mit inbegriffen sind.

85. Problem. Kennt man die Neigung des Walmens und der langen Seite eines Daches, wie wird der Schnitt der beiden Stuhlrähmen gezeichnet?

Auflösung. Es sey AB, *Fig. 133* die Neigung der langen Seite; CD, die des Walmens, und EF die horizontale Vorstellung der Mittellinie des Gradsparrens. Da diese Vorstellung zugleich auch die vom Endschnitte der beiden Stuhlrähmen enthält, so wollen wir diese Linien zur Ausführung der Zeichnung anwenden. Aus einem nach Belieben auf EF genommenen Punkte G, führe man G*g* parallel mit EA, und betrachte diesen Punkt als die horizontale Vorstellung vom Ende der untern Kante auf der Seite wo solche am Würfel auf der Stuhlsäule aufliegt: den Punkt H nehme man zur horizontalen Vorstellung des Endes der obern Kante; führe H*h* parallel mit EA, und HI parallel mit AF, und ziehe auch GJ durch den Punkt G parallel mit FA; nehme ferner nach Belieben auf EF, den Punkt K als Vorstellung des Endes der obern Kante, wovon die andere Seite auf dem Würfel aufliegt, und führe auch K*j* parallel mit EA, und *gj* perpendicular mit AB; worauf die Linien GI und *gh* die Vorstellung zu der Seite wo die Stuhlfette auf der Stuhlsäule aufliegt, und die Linien JK und *gj* die Vorstellung zu der Seite, welche auf dem Würfel aufliegt, geben werden.

Um dieses auf die zu gebende Gestalt anzuwenden, so braucht man bloss GI von g nach i, *Fig. 133* zu tragen; ih perpendicular mit gi zu ziehen; auf dieser letztern Linie *gh* von i nach h zu tragen, und gh zu ziehen; sodann gj mit gi ebenfalls perpendicular zu führen; daselbst *gj* von g nach j zu tragen; jk unbestimmt mit gi parallel zu ziehen; auf dieser Linie, JK von j nach k zu tragen, und gk zu zeichnen, und endlich diese beiden Linien auf die beiden andern Flächen zu bringen.

Eine ähnliche für die Walmenfette gemachte Zeichnung liesse sich auf die nämliche Weise für die Gestalt dieser Fette anwenden.

Beweis. *gh* ist die verticale Vorstellung von dem Ende der Seite welche auf der Stuhlsäule aufliegt; GH ist davon die horizontale Vorstellung zu einer Breite, welche *gh* gleich ist; und GI ist der Unterschied des Abstandes der Endpunkte G und H von dem verticalen Projectionsplane. Diesem zufolge muss für eine ähnliche Breite, welche man z. B. bei *gh* nähme, die wahre Länge dieser Linie die Hypothenuse gh des rechtwinkeligen Triangels gih seyn, welcher letztere aus den Seiten ih = *gh* und gi = GI gebildet ist. Diesem zufolge ist die Linie GH die wahre Richtung der gesuchten Linie; und soll dieselbe die Endseite eines jedweden Bauholzes, von welcher Breite es auch sey, vollständig angeben, so braucht man sie bloss die ganze Breite hindurch zu verlängern.

Auf gleiche Art liesse sich beweisen, dass gk die Richtung der Linie auf der anstossenden Fläche ist, und sich auf jede Dicke anwenden lässt.

86. Problem. Das Behauen und Auslochen so wie den Schnitt eines Gradsparrens zu zeichnen, der Winkel des Grundrisses sey übrigens welcher er wolle.

Scholion. 1.° When one makes use of the double cone, instead of the cylinder, in that construction, it results from it a solid angle, where two linear angles are the same as if one had used the cylinder, and where the other is the supplement of the third; so that, according to that of the three edges taken as the point of departure of the construction in A or L, one will have three different solid angles.

2.° In each of the four constructions, if the tangent is drawn by the point i, one will get a pyramid equal, but symmetrical, with that given by the tangent hS.

There are then eight distinct solutions, without counting the eight given by ST.

85. Problem. Knowing the inclination of the section as well of the long-pane of a roof, to trace the section of the two *pannes.*

Scholion. Let be, *Fig. 133*, AB the declivity of the long-pane, CD that of the top, and EF the horizontal projection of the edge-line of the hip. That projection containing also that of the section of the but-end of the two purlines, we will use that line to execute the trace. From a point G taken at will on EF, let us draw G*g* parallel to EA, and let us consider that point as the horizontal projection of the extremity of the inferior edge of the face laid down on the principal rafter, on the side of the stopper: taking likewise the point H as the horizontal projection of the end of the superior edge of the said face of juxta-position, let us draw also H*h* parallel to EA, and HI parallel to AF; and by the point G let us draw also GJ parallel to FA. Taking still at will on EF the point K as projection of the end of the superior edge laid down on the stopper, and drawing still K*j* parallel to EA, and *gj* perpendicular to AB, the lines GI and *gh* will give the draught to the face of juxta-position of the purlin; and the lines JK and *gj*, that of the face leaning on the stopper.

To apply them to the volume, it is sufficient to bring GI from g to i, *Fig. 133*, to trace ih perpendicular to gi, to bring on this one *gh* from i to h, and to trace gh; afterwards to draw gj perpendicular also to gi, bring into it *gj* from g to j; to draw indefinitely jk parallel to gi, to bring there JK from j to k, and to trace gk, and in short to transfer these two traces on the two other faces.

A similar construction, made for the purlin of the top, might be applied in the same way to its volume.

Demonstration. *gh* is the vertical projection of the trace of but-end of the face laid down on the principal rafter; GH is its horizontal projection for a width equal to *gh*, and GI is the difference of the distances from the extremities G and H to the vertical plan of projection. Therefore, for a same width, such as it is taken in *gh*, the real length of that trace ought to be the hypotenuse gh of the rectangular triangle gih, formed with the sides ih = *gh* and gi = GI. Thus GH is the real direction of the searched trace, and only wants to be lengthened through the whole width of a piece of timber whatever, to become its complete trace of but-end.

With the same reasoning, it might be proved that gk is the direction of the trace on the contiguous face, and is as well applied to any thickness whatever.

86. Problem. To trace the shaving, the grooving and the section of an edge-piece *[hip]*, whatever may be the angle of the plan.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Solution. Soit A b c d e f, *Fig. 134*, la section horizontale d'un poteau cornier à un angle A, d'une valeur quelconque D A B, et devant recevoir un arêtier dont la retombée fait, dans l'angle du plan, les deux angles D A C, B A C. G F donne l'apothème et la pente du long-pan; I F, ceux de la croupe; H F, la longueur réelle de l'arêtier en question; F' D A J, l'ensemble complet du développement du comble : le tout construit à l'ordinaire, d'après la hauteur du poinçon et les dimensions du plan. On a seulement ajouté l'angle inférieur du développement du long-pan sur la ligne d'égout en k A j = g A n.

Comme l'angle du plan f A b, avec les deux angles inférieurs des pans du comble, b A j, f A g, forme un angle solide trièdre, où tout est connu, excepté l'angle plan formé par les deux pans de couverture, il n'est question que d'exécuter ici la solution du problème (n.° 71), relatif à l'angle solide.

Des deux points j et g, pris à égale distance du sommet A, élevez les perpendiculaires g h, j k; des points h et k comme centres, et avec les rayons respectifs h g, k j, décrivez deux arcs qui se coupent en l et m, et menez h l et k l, ou h m, k m : le parallélogramme h l k m sera la forme que doit avoir l'arêtier, parce que l'angle en m est la mesure de l'angle plan cherché, et qui est lui-même celui du délardement à opérer sur l'arêtier.

Pour trouver le volume réel de cet arêtier, ou tracer sa coupe perpendiculaire, transportez quelque part l'angle trouvé h l k, comme il est ici en *f a b;* et, après avoir mené au développement n p et f q, qui donnent le développement des deux faces supérieures de l'arêtier, et mené la perpendiculaire o r, portez g r de *a* en *f*, et g o de *a* en *b*, et achevez le parallélogramme *f a b*, avec son recreusement *c d e*, au moyen de g s, g t, portées en *b c* et *f e*.

La coupe inférieure de l'arêtier se trouvera au moyen des deux angles F' A f, F' A n, du développement, qui, en cet endroit, est le développement de l'arêtier lui-même; et la coupe supérieure, au moyen des angles A F' q, A F' p.

Démonstration. En repliant les deux parties du développement, j A b tournant sur A b, g A f tournant sur A f, les points g et j se confondront en un, d'où partent les deux perpendiculaires g h, j k, formant entre elles un angle qui mesure l'inclinaison mutuelle des deux pans du comble l'un sur l'autre. La sous-tendante de cet angle est la diagonale h k du plan, qui forme, avec ces deux perpendiculaires, un triangle incliné, perpendiculaire à l'arêtier : h m k ou h l k ne sont autre chose que ce triangle incliné rabattu sur le plan. Donc &c.

Observation. La coupe perpendiculaire de l'arêtier se trouverait également dans les trois parallélipipèdes dont les coupes seraient *u v*, *x y*, *z &*, rectangles circonscrits à *f a b*, et construits soit sur l'un des côtés, soit sur la diagonale. Mais, à moins que le recreusement ne soit très-considérable, comme celui d'une noue, celui qui exige le moins de volume de bois pour l'exécution est *x y*, qui a pour hauteur *f y*, perpendiculaire au petit côté du rhombe *f b*, parce que ses deux dimensions s'écartent moins de l'égalité.

87. Problème. Tracer les délardemens, le recreusement et les coupes d'une noue, quels que soient l'angle et même le biais du plan.

Solution. A proprement parler, ce que les

Auflösung. Es sey A b c d e f, *Fig. 134* der horizontale Durchschnitt eines Eckpfostens mit einem Winkel A, dessen Werth sey welcher er wolle, D A B; und welcher einen Gradsparren erhalten soll, dessen Vorstellung die beiden Winkel D A C, B A C im Winkel des Grundrisses bildet. G F giebt das Apothem und die Neigung der langen Dachseite; I F die des Walmens; H F, die wahre Länge des fraglichen Gradsparrens; F' D A J einen der untern Winkel in der Zeichnung des Daches; wobei das Ganze auf die gewöhnliche Weise mit Rücksicht auf die Höhe der Giebelsäule und nach den Dimensionen des Grundrisses gezeichnet worden ist. Hierbei ist nichts weiter als der untere Winkel an der langen Dachseite auf der Dachrinnenlinie bei k A j = g A n hinzugefügt worden.

Da der Winkel des Grundrisses f A b, mit den beiden untern Winkeln der Dachflächen b A j, f A g zusammen einen körperlichen dreiseitigen Winkel bilden, wo man alles kennt, ausser den flachen Winkel, welcher von den beiden Dachflächen gebildet wird, so braucht man hier bloss die Auflösung des den körperlichen Winkel betreffenden Problems (N.r 71) zu befolgen.

Aus den zwei Punkten j und g, welche in gleichem Abstande von der Höhe A genommen sind, richte man die Perpendicularlinien g h, j k auf; aus den Punkten h und k, als Mittelpunkten, und mit den respectiven Radiis h g, k j, beschreibe man zwei Bogen, welche sich bei l und m durchschneiden, und ziehe h l und k l, oder h m, k m; das Parallelogramm h l k m wird sodann die Gestalt bestimmen, welche der Gradsparren haben muss; indem der Winkel bei m das Maas zu dem gesuchten flachen Winkel ist, welcher seinerseits der zum Behauen des Gradsparrens erforderliche Winkel ist.

Um die wahre Gestalt dieses Gradsparrens zu finden, oder seinen perpendicularen Schnitt zu zeichnen, so trage man den gefundenen Winkel h l k, in einen beliebigen Ort, wie z. B. hier nach *f a b;* und hat man auf der Zeichnung n p und f q gezogen, welche die Vorstellung zu den beiden obern Flächen des Gradsparrens geben; hat man ferner die Perpendicularlinie o r gezogen, so trage man g r aus *a* nach *f*, und g o aus *a* nach *b*, und vollende das Parallelogramm *f a b*, nebst seinem Ausschnitt *c d e* vermittelst g s, g t, welche nach *b c* und *f e* getragen werden.

Der untere Schnitt des Gradsparrens wird vermittelst der beiden Winkel F' A f, F' A n gezeichnet, welche an diesem Orte die Vorstellung des Gradsparrens selbst sind; der obere Schnitt aber vermittelst der Winkel A F' q, A F' p.

Beweis. Legt man die beiden Theile der Zeichnung um, so dass sich j A b auf A b, und g A f auf A f dreht, so vesrchmelzen sich die beiden Punkte g und j in einen einzigen, von welchem die beiden Perpendicularlinien g h, j k ausgehen, deren Winkel, den sie zusammen bilden, das Maas zu der gegenseitigen Neigung der beiden Dachflächen ist. Die Sehne dieses Winkels ist die Diagonallinie h k, welche mit diesen beiden Perpendicularlinien einen sich neigenden und mit dem Gradsparren perpendicularen Triangel bildet: h m k oder h l k sind nichts anders als dieser sich neigende Triangel, welcher auf den Grundriss herabgezogen worden ist. Folglich &c.

Bemerkung. Der perpendiculare Schnitt des Gradsparrens wäre ebenfalls auch in den drei Parallelipipedis enthalten, deren Durchschnitte *u v*, *x y* und *z &* seyn würden; dieses sind Rechtecke welche mit *f a b* umschrieben, und entweder auf eine der Seiten oder auf die Diagonallinie gesetzt sind. Wäre aber der Ausschnitt beträchtlich, wie der eines nachstehend beschriebenen Gradsparrens [Noue]; so ist derjenige, welcher bei der Ausführung den wenigsten Umfang erfordert, *x y*, dessen Höhe *f y* mit der kleinen Seite der Raute *f b* perpendicular ist; indem die beiden Dimensionen dieses Ausschnittes am gleichförmigsten sind.

87. Problem. Das Behauen, Auslochen und den Schnitt eines Gradsparrens, *Noue* genannt, zu zeichnen; der Winkel und selbst die schiefe Richtung des Grundrisses sey welche sie wolle.

Auflösung. Die Baumeister nennen eigentlich

Solution. Let be A b c d e f, *Fig. 134*, the horizontal section of an angular post at an angle A, of any value D A B, which ought to receive an edge-beam whose *drop* makes, in the angle of the plan, the two angles D A C, B A C. G F gives the apothem and the declivity of the long-pane; I F, those of the top; H F, the real length of the edge piece mentioned; F' D A J, the whole unfolding of the roof: all constructed as usual, according to the height of the king-post and the dimensions of the plan. We have only added the inferior angle of the unfolding of the long-pane on the eaves-line in k A j = g A n.

As the angle of the plan f A b, with the two inferior angles of the panes of the roof, b A j, f A g, forms a solid angle triedron, where every thing is known, except the plan angle formed by the two panes of covering, we only have to put here in execution the solution of the problem (n.r 71), with regard to the solid angle.

From the two points j and g, taken at equal distance from the summit A, draw the perpendiculars g h, j k; from the points h and k as centers, and with the respective rays h g, k j, describe two arcs which intersect in l and m, and draw h l and k l, or h m, k m : the parallelogram h l k m will be the form that the edge-piece ought to have, since the angle m is the measure of the plan angle looked for, and which is itself that of the shaving wanted on the edge-piece.

To find the real volume of that edge-piece, or to trace the perpendicular section of it, transfer somewhere the angle found out h l k, as it is here in *f a b;* and, after having drawn to the unfolding n p and f q, which give the unfolding of the two superior faces of the edge-piece, and drawn the perpendicular o r, bring g r from *a* to *f* and g o from *a* to *b*, and finish the parallelogram *f a b*, with its grooving *c d e*, by means of g s, g t, brought to *b c* and *f e*.

The inferior section of the edge-piece will be traced by means of the two angles F' A f, F' A n, of the unfolding, which, in that place, is the unfolding of the edge-piece itself; and the superior section, by means of the angles A F' q, A F' p.

Demonstration. Folding again the two parts of the unfolding, j A b turning on A b, g A f turning on A f, the points g and j will be confounded into one, from which arise the two perpendiculars g h, j k, forming between them an angle which measures the mutual inclination of the two parts of the roof towards each other. The subtense of that angle is the diagonal h k of the plan, which forms with those two perpendiculars an inclined triangle, perpendicular to the edge-piece : h m k or h l k are nothing else but that inclined triangle laid down on the plan. Therefore &c.

Observation. The perpendicular section of the edge-piece might be found equally in the three parallelopipedes whose sections would be *u v*, *x y* and *z &*, rectangles circumscribed to *f a b*, and constructed either on one of the sides, either on the diagonal. But, unless the grooving is very great, as that of a *valley*, that which requires the least volume of wood for the execution is *x y*, whose height is *f y* perpendicular to the small side of the rhomb *f b*, because its two dimensions are less far from being equal.

87. Problem. To trace the grooving, the shaving and the sections of a *valley*, whatever may be the angle and even the slanting of the plan.

Solution. Correctly speaking, what the practi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

praticiens appellent *noue*, n'est autre chose qu'un arêtier recreusé en-dessus, pour terminer et soutenir à leur intersection deux pans de couverture, qui font un angle rentrant, comme l'arêtier ordinaire le fait pour ceux qui forment un angle saillant. Le développement complet d'un pareil comble pourrait fournir tout ce qu'il faut pour tracer la noue; mais le procédé en serait extrêmement compliqué, et il est bien plus simple de considérer les noues comme des arêtiers d'un comble intérieur fictif, compris entre les saillies du comble réel, et ayant les mêmes poinçons que lui.

Soit donc A b c d e f, *Fig. 135*, la section horizontale d'un poteau cornier, recreusé de la moitié de son épaisseur, pour occuper l'angle obtus rentrant C A B d'un bâtiment, et devant recevoir une noue dont la retombée fait dans le plan les angles quelconques F A B, F A C.

Complétez d'abord le plan du poteau cornier, comme s'il n'avait pas été recreusé; prolongez les directions de ses faces jusqu'à des perpendiculaires que vous leur menerez d'un même point F de la ligne qui va de l'angle A au poinçon : vous aurez ainsi le plan F E K D F d'un comble fictif, dont l'arêtier F K doit avoir le même angle plan, soit à ses arêtes entières, soit à son recreusement, que la noue demandée.

Faites donc le développement des deux pans de ce comble fictif, chacun sur sa ligne d'égout K E, K D, en portant la hauteur de poinçon de G en H, K F de G en I, et I H de K en N et en L, et transportant de plus K N E en L K M, pour avoir le développement entier L D K M.

De deux points g g, pris à égale distance de K sur les lignes d'arêtiers K L, K N, élevez à ces lignes les perpendiculaires g h, g k, que vous prendrez chacune pour rayon, et h et k pour centres respectifs des arcs g i, g i: le parallélogramme h i k m donnera, en m et i, l'angle plan du délardement et du recreusement de la noue proposée; de sorte qu'en transportant cet angle i en k sur le prolongement de h i, menant k c parallèle a i k, faisant k e = g r et k c = g o, k f = g s et k b = g t, qui sont déterminées sur le développement par e q, n p, f s et u t, parallèles à l'arêtier K L, vous aurez la coupe perpendiculaire de la noue en e k c d e, et, après le recreusement de moitié, e f i b c d e, inscrits dans les trois rectangles (n.° 86).

Les deux angles L K D, L K M, donnent la coupe inférieure, et K L D, K L M, la coupe supérieure de la noue.

Démonstration. En faisant tourner, comme sur une charnière, L K D sur D K, et N E K sur E K, les deux points g et g, qui sont à égale distance de K, se confondent en un seul, quand les deux lignes K L, K N, se seront rencontrées et confondues elles-mêmes. Donc g h, g k, seront les deux perpendiculaires à un même point d'une arête d'un angle plan. L'angle qu'elles formeraient entre elles, et qui aurait pour sous-tendante la diagonale h k, serait donc la mesure de l'angle plan du comble fictif, et conséquemment de la noue qui lui est opposée par l'arête. Or c'est cet angle qui est rabattu sur le plan en h i k, h m k. Donc &c.

88. Problème. Couper un empanon déversé (à tout devers), qui doit être appliqué à une croupe biaise, dont on connaît la pente et l'angle que la

Noue einen Gradsparren, welcher von oben ausgefocht und dazu bestimmt ist, zwei Dachflächen, welche einen eingehenden Winkel bilden, da wo sich dieselben durchschneiden, zu vollenden und zu tragen; wie solches der gewöhnliche Gradsparren bei denjenigen Dachflächen thut, welche einen vorspringenden Winkel bilden. Eine vollständig ausgeführte Darstellung eines solchen Daches würde alles enthalten was zur Zeichnung dieses Sparrens gehört; da aber die hierbei zu beobachtende Verfahrungsweise zu verwickelt seyn würde, so ist es besser, man betrachtet diese Sparren als Gradsparren eines innern fingirten Daches, welches zwischen den Vorsprüngen des wahren Daches steht, und die nämlichen Giebelsäulen als dieses hat.

A b c d e f, *Fig. 135*, sey also der horizontale Schnitt eines Eckpfostens, welcher in halbe Holzdicke eingefocht ist, und den stumpfen eingehenden Winkel C A B eines Gebäudes einnehmen, und einen Sparren [Noue], erhalten soll, dessen Vorstellung die beliebigen Winkel F A B, F A C im Grundrisse bildet.

Man ergänze zuvörderst den Plan des Eckpfostens dergestalt, als ob er nicht ausgefocht worden wäre, und verlängere die Richtungen seiner Flächen bis zu den Perpendicularlinien, welche man aus einem und demselben Punkte F der Linie, welche von dem Winkel A zur Giebelsäule geht, dahin führt: auf diese Weise erhält man den Grundriss F E K D F eines fingirten Daches, dessen Gradsparren F K, sowohl an seinen ganzen Kanten, als auch an der Auslochung desselben den nämlichen flachen Winkel haben muss, wie der begehrte Sparren [Noue].

Diesem zufolge mache man die Zeichnung dieser beiden fingirten Dachflächen auf jeder dahin gehörigen Dachrinnenlinie K E, K D, wobei man die Höhe der Giebelsäule von G nach H, so wie ferner K F von G nach I, und I H von K nach N und nach L trägt; und überdies K N E nach L K M bringt, wodurch man die vollständige Zeichnung L D K M erhält.

Aus den beiden Punkten g, g, welche in gleichem Abstande von K, auf der Gradsparrenlinie K L, K N genommen werden, richte man nach diesen Linien zu die Perpendicularlinien g h, g k, auf, von denen eine jede zum Radius, und h und k zu respectiven Mittelpunkten der Bogen g i, g i, genommen werden; das Parallelogramm h i k m wird hierauf bei m und i den flachen Winkel der Behauung und Auslochung des gegebenen Sparrens [Noue] geben; so dass wenn dieser Winkel i, nach k auf die Verlängerung von h i versetzt, k c mit i k parallel gezogen, und k e = g r und k c = g o, k f = g s, und k b = g t gemacht wird, welche letztere auf der Figur durch die mit dem Gradsparren K L parallelen e q und n p, f s, u t bezeichnet sind; so erhält man den perpendicularen Schnitt des Sparrens [Noue] bei e k c d e, so wie die in halbe Holzdicke geschehene Auslochung e f i b c d e, welche in die drei Rechtecke (N.r 86) eingeschrieben sind.

Die beiden Winkel L K D, L K M geben den untern Schnitt des fraglichen Sparrens, und K L D, K L M den obern.

Beweis. Dreht man vermittelst einer scharnierförmigen Bewegung L K D auf D K, und N E K auf E K; so verschmelzen sich die beiden Punkte g und g, welche sich in gleichem Abstande von K befinden, in einen einzigen, nachdem zuvor die beiden Linien K L, K N mit einander zusammengetroffen sind, und sich zusammen vereinigt haben. Diesem zufolge sind g h, g k die beiden Perpendicularlinien mit einem und demselben auf der einen Kante eines flachen Winkels befindlichen Punkte. Der Winkel den sie mit einander bilden würden, und welcher die Diagonallinie h k zur Sehne hätte, wäre also das Maas zu dem flachen Winkel des fingirten Daches, und folglich zu dem Sparren [Noue], welcher demselben der Kante nach entgegengesetzt ist. Dieser Winkel nun ist es, welcher auf den Grundriss bei h i k, h m k umgelegt ist. Folglich, &c.

88. Problem. Einen seitwärts gedrehten Schift oder Halbsparren zu schneiden, welcher bei einem schrägen Walmen angewendet werden soll, und

tioners call a *valley*, is but an edge-piece grooved at its upper part to end and support at their intersection two panes of covering making a reentrant angle, as does the common edge-piece for those which make a jutting out angle. The complete unfolding of such a roof might furnish all that is necessary to trace the *valley;* but that proceeding would be very complicated, and it is much more simple to consider the *valley* as edge-piece of a fictitious interior roof, included between the projectures of the real roof, and having the same king-post as it has.

Let then be A b c d e f, *Fig. 135*, the horizontal section of a corner post grooved the half of its thickness, to occupy the obtuse reentrant angle C A B of a building, and designed to receive a *valley* whose *drop* makes in the plan the angles whatever F A B, F A C.

Complete at first the plan of the corner post, as if it had not been grooved; lengthen the direction of its faces as far as perpendicular lines drawn to them from a same point F of the line which goes from the angle A to the king-post: you will thus have the plan F E K D F of a fictitious roof, whose edge-piece F K ought to have the same plan angle, either at its whole edges, either at its grooving, as the required *valley*.

Make therefore the unfolding of the two panes of that fictitious roof, each on its eaves-line K E, K D, by bringing the height of the king-post from G to H, K F from G to I, and I H from K to N and L, and transferring also the angle K N E in L K M, for having the whole display L D K M.

Through two points g, g, taken at equal distance from K, on the edge-lines K L, K N, lift the perpendiculars g h, g k; take them for rays, and h, k for respective centers of the arcs g i, g i: the parallelogram h i k m gives into m and i the plan angle of the shaving and grooving of the searched *valley;* so that by bringing that angle i on the lengthening of h i at k, drawing k e parallel to i k, making k e = g r and k c = g o, k f = g s and k b = g t, whom determine in ledgement e q, n p, f s and u t parallel to edge-line K L, you shall have the perpendicular section of the *valley* in e k c d e, and, after the grooving halfway, e f i b c d e, both inscribed into the three rectangles mentioned (n.r 86).

Both the *valley's* cuts are given by the angles K, L of the display: viz, the heel accordingly to L K D and L K M; the overcut, to K L D and K L M.

Demonstration. By turning, as on hinges, the angles L K D on D K, and N E K on E K, the points g and g, which are equally far from K, confound themselves into an one, when the lines K L, K N meet together and become only one. Therefore g h, g k, will be the two perpendiculars to a same point of one edge of a plan angle. The angle they would form between them, and which would have for subtense the diagonal h k, would then be the measure of the plan angle of the fictitious roof, and consequently of the *valley* opposite to it by the edge. Now that angle is laid down on the plan in h i k, h m k. Therefore &c.

88. Problem. To cut a slanting shorted-rafter (at any inclination), which ought to be applied to a top slanting, whose we know the declivity and the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

projection de l'arêtier forme avec la ligne d'égout. *Fig. 136.*

Solution. Soient A C E la projection horizontale de la croupe; E D et A B, la direction des plates-formes des longs-pans; F e, la trace horizontale de la face de l'arêtier, qui doit recevoir les assemblages des empanons de la croupe; e K, la hauteur où se trouve l'arête supérieure du délardement de l'arêtier au point e; a e, la projection horizontale d'une des arêtes supérieures d'un empanon biais (ici disposé parallèlement à l'égout E D, comme le veulent quelques praticiens): soit aussi la droite e J, menée du point e perpendiculairement à la plate-forme de croupe, projection prise de l'empanon droit. L'angle K J e exprime la pente ou l'inclinaison de la croupe sur la plate-forme, et K J est la longueur réelle de l'empanon droit.

Après avoir porté K J de J en *e*, et mené a *e* et *e* F, pour avoir en a F *e* le développement, ou, comme disent les praticiens, la herse de la portion de croupe dont a F e est le plan, par le point e menez à K J la perpendiculaire M e; puis M N, parallèle à J F; puis l'indéfinie P N O R, parallèle à e J; puis encore les indéfinies R S et R T, perpendiculaires, l'une à O R, et l'autre à a *e;* et enfin O S, parallèle à K J, et qui détermine la longueur de R S; faites ensuite R T = R S, puis a P = a T; et tracez a P, qui coupera le plan de l'arêtier en Q; enfin, ayant fait a q = a Q, du centre *e* et du rayon *e* q décrivez l'arc indéfini q *q*, que vous couperez d'un petit arc du centre F, avec le rayon F Q; et menez F *q*, *q e* et *e* q, et vous aurez tous les élémens de la solution de la question proposée : a Q est la trace de la face de l'empanon, en retour d'équerre du lattis, et à l'opposite de l'arêtier; de sorte qu'en traçant d'après cette direction le parallélogramme a b c d d'après la largeur et l'épaisseur de l'empanon, vous aurez sa trace sur la plate-forme, que les praticiens nomment son *pas*. Les deux angles F a *e*, F *e* a, sont les coupes des deux abouts de l'empanon à sa face supérieure; de sorte qu'en menant d *g* parallèle à a *e*, d *g e* a est la figure réelle de la grandeur naturelle de cette face de l'empanon : il en est de même des deux angles q a *e*, q *e* a, et du trapèze a *b f e*, pour la face en retour d'équerre de l'empanon, qui est ainsi développée, et relevée sur le plan de la première face. Enfin, l'angle *q e* F est celui du parallélogramme *e g h i*, qui doit être la trace du même empanon sur la surface de l'arêtier.

Démonstration. 1.° La surface supérieure de l'empanon faisant partie du lattis de la croupe, dont le développement est le triangle a F *e* dans sa grandeur et sa figure naturelles, il est évident que les deux angles F a *e*, F *e* a, fournissent les deux traits des coupes d'about de l'empanon, quant à sa face supérieure.

2.° D'un point quelconque de l'arête développée a *e* de l'empanon, m, par exemple, si l'on mène à a F la perpendiculaire m n o p, et m v, perpendiculaire à m n, et qu'on fasse l'angle m n v égal à l'inclinaison de la croupe; m v sera la distance perpendiculaire, mais non verticale, d'un point de la base du comble au point m de l'arête de l'empanon.

Pour bien concevoir cet article et en sentir pleinement l'utilité, il faut observer qu'il existe un tétraèdre formé, 1.° par la portion de croupe dont la projection horizontale, ou retombée, est a F e; 2.° le plan vertical déterminé par la face latérale de l'arêtier, et dont la trace horizontale sur la base du comble est F e; 3.° une autre face, latérale aussi,

wobei man die Neigung des Walmens so wie den Winkel den der Gradsparren mit der Dachrinnenlinie bildet, kennt. *Fig. 136.*

Auflösung. Es sey A C E die horizontale Vorstellung des Walmens; E D und A B die Richtung der Mauerlatten an der langen Dachseite; F e die horizontale Vorstellung von derjenigen Seite des Gradsparrens, wo die Halbsparren angesetzt werden sollen; e K die Höhe an welcher sich die behauene obere Kante des Gradsparrens bei dem Punkte e befindet; a e die horizontale Vorstellung von einer der obern Kanten an einem schrägen Halbsparren, welcher hier mit der Dachrinne E D parallel gestellt ist, wie solches einige Baumeister vorschreiben. Ferner sey e J die gerade Linie, welche aus dem Punkte e mit der Mauerlatte des Walmens perpendicular gezogen worden ist, und welche Vorstellung von dem geraden Halbsparren genommen worden ist; der Winkel K J e bezeichnet die Neigung des Walmens auf die Mauerlatte, und K J die wahre Länge des geraden Schiftsparrens.

Hat man K J von J nach *e* getragen, und a *e* nebst e F gezogen, wodurch man bei a F *e* die Vorstellung desjenigen Walmentheils erhält, wovon a F e der Plan ist; so führe man die Perpendicularlinie M e, durch den Punkt e nach K J; ziehe ferner M N parallel mit J F, so wie die unbestimmte Linie P N O R parallel mit e J; ziehe weiter die unbestimmten Linien R S und R T, perpendicular, und zwar die eine mit O R, und die andere mit a *e*; ziehe endlich O S parallel mit K J, wodurch man die Länge von R S erhält; mache sodann R T = R S; ferner a P = a T; und zeichne a P, welches den Plan des Gradsparrens bei Q durchschneidet. Hat man endlich a q = a Q gemacht, so beschreibe man aus dem Mittelpunkte *e* und aus dem Radius *e* q den unbestimmten Bogen q *q*, den man vermittelst eines kleinen Bogens aus dem Mittelpunkte F, mit dem Radius F Q, durchschneidet, und ziehe F *q*, *q e* und *e* q, wodurch man die sämmtlichen zur Auflösung der gegebenen Frage gehörigen Bestandtheile erhält: a Q ist die Vorstellung derjenigen Seite des Halbsparrens, welche dem Gradsparren entgegengesetzt ist, und mit dem Lattenwerk einen geradseitigen Winkel bildet; zeichnet man also, dieser Richtung gemäss, das Parallelogramm a b c d, nach der Breite und Dicke des Schiftsparrens, so erhält man die Vorstellung desselben auf der Mauerlatte. Die beiden Winkel F a *e*, F *e* a sind die Endschnitte an der obern Seite des Halbsparrens; zieht man also d *g* mit a *e* parallel, so ist d *g e* a die wahre Vorstellung von der natürlichen Grösse dieser Seite des Halbsparrens. Die nämliche Beschaffenheit hat es mit den beiden Winkeln q a *e*, q *e* a, und mit dem Trapezium a *b f e*, rücksichtlich der Seite, welche mit dem Schiftsparren einen geradseitigen Winkel bildet, und welche auf diese Weise auf dem Plane der ersten Seite ausgeführt ist. Der Winkel *q e* F ist endlich der des Parallelogramms *e g h i*, woraus man die Vorstellung des nämlichen Halbsparrens auf der Fläche des Gradsparrens erhält.

Beweis. 1.° Da die obere Fläche des Halbsparrens einen Bestandtheil des zum Walmen gehörigen Lattenwerks ausmacht, dessen Grösse und Gestalt der Triangel a F *e* angiebt, so müssen die beiden Winkel F a *e*, F *e* a nothwendigerweise die beiden Linien zu den obern Endschnitten des Halbsparrens geben.

2.° Zieht man aus einem beliebigen Punkte, z. B. m der ausgeführten Kante a *e* des Halbsparrens, die Perpendicularlinie m n o p nach a F, und m v mit m n perpendicular, und macht den Winkel m n v der Neigung des Walmens gleich; so wird m v der perpendiculare (aber nicht verticale) Abstand eines an der Basis des Daches befindlichen Punktes zum Punkte m der Schiftsparrenkante seyn.

Zum bessern Verständniss dieses Artikels, von dessen Nutzen man sich vollkommen überzeugen wird, bemerke man, dass es einen Tetraëder betrifft, welcher besteht, 1.° aus demjenigen Theile des Walmens, dessen horizontale Vorstellung a F e ist; 2.° aus dem verticalen Plane, welcher aus der Seitenfläche des Gradsparrens entsteht, und dessen hori-

angle made by the projection of the edge-piece and the eaves-line. *Fig. 136.*

Solution. Let be A C E the horizontal projection of the top; E D and A B, the direction of the platforms of the long-panes; F e, the horizontal trace of the face of the edge-piece, which ought to receive the assemblage of the shorted-rafters of the top; e K, the height of the superior edge of the shaving of the edge-piece at the point e; a e, the horizontal projection of one of the superior edges of a bevel rafter (here disposed parallel to the eaves-line E D, as some practitioners will have it): let be also the right line e J, drawn from the point e perpendicularly to the platform of the top, a projection taken from the right rafter. The angle K J e shows the declivity of the top on the platform, and K J is the real length of the rigth shorted-rafter.

After having brought K J from J to *e*, and drawn a *e* and *e* F, to have in a F *e* the unfolding, or, as say the practitioners, the *ledgement* of the portion of the top of which a F e is the plan, by the point e draw to K J the perpendicular M e; then M N, parallel to J F; then the indefinite P N O R, parallel to e J; then still the indefinite lines R S and R T, perpendicular the one to O R, the other to a *e;* and at last O S, parallel to K J, and which determines the length of R S; make afterwards R T = R S, and a P = a T; then trace a P, which will cut the plan of the edge-piece in Q; at last, having made a q = a Q, from the center *e* and with the ray *e* q describe the indefinite arc q *q*, that you shall cut with a small arc drawn from a center F, with the ray F Q; and draw E *q*, *q e* and *e* q, and you will have all the elements of the solution of the proposed question : a Q is the trace of the face of the rafter, at right angle with the lathing's one, and opposite to the edge-piece; so that, drawing after that direction the parallelogram a b c d, accordingly to the width and the thickness of the rafter, you will have its trace on the platform, named by the practitioners its pace *[heel]*. The two angles F a *e*, F *e* a, are the sections of the two ends of the rafter, at its superior face; so that, drawing d *g* parallel to a *e*, d *g e* a is the real figure of the natural size of the rafter : it is the same with the two angles q a *e*, q *e* a, and with the trapezium a *b f e* for the face in right angle of the rafter, which is thus unfolded and raised up again on the plan of the first face. At last, the angle *q e* F is that of the parallelogram *e g h i*, which ought to be the trace of the same rafter on the surface of the edge-piece.

Demonstration. 1.° The superior surface of the rafter making a part of the lathing of the top, whose unfolding is the triangle a F *e* in its natural size and figure, it is evident that the two angles F a *e*, F *e* a, give the two traces where the end of the rafter is to be cut, as for its superior face.

2.° From a point whatever of the unfolded edge a *e* of the rafter, m, for instance, if one draws to a F the perpendicular m n o p, and m v, perpendicular to m n, and if one makes the angle m n v equal to the declivity of the top; m v will be the perpendicular distance, but not vertical, from a point of the basis of the roof to the point m of the edge of the shorted-rafter.

To understand well that article and fully conceive its utility, we must remark that there exists a tetraedron formed, 1.° by the part of the top whose horizontal projection, or the drop, is a F e; 2.° the vertical plan determined by the lateral face of the edge-piece, and whose horizontal trace on the basis of the roof is F e; 3.° another face lateral also, but inclined,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais inclinée, qui n'est autre chose que la face en retour de l'empanon, prolongée jusqu'à la base du comble, et dont la trace sur cette base est inconnue, quoiqu'on sache qu'elle doit partir du point a et se diriger du côté du point e; 4.° la portion de la base du comble comprise entre cette trace inconnue, a Q, par exemple, a F et F Q. Dans ce tétraèdre, on connaît les trois angles linéaires de la croupe, puisqu'on les trouve dans ce développement; on pourrait construire aussi l'inclinaison de l'arêtier sur la base du comble : on sait aussi que l'inclinaison de la première face latérale sur la base du comble est de 90 degrés, puisqu'elle est verticale; et que l'inclinaison de la seconde face latérale sur le lattis est de même de 90 degrés, puisque l'empanon est supposé d'équerre. Ces six choses connues sont plus qu'il n'en faut pour construire quelque détail que l'on veuille de ce tétraèdre.

Or, par l'effet du développement opéré en faisant tourner la croupe sur la ligne du pas des empanons J F, ce tétraèdre se trouve entièrement renversé : la croupe lui sert de base, et est a F *e;* la base primitive a F Q devient face supérieure; la première face latérale, qui était verticale, se trouve du même côté qu'elle était, mais inclinée, parce que la base à laquelle elle tient, et qui était horizontale, est devenue inclinée; et la seconde face latérale, qui était inclinée, est devenue verticale, parce qu'elle était perpendiculaire à la croupe, et que celle-ci est devenue base horizontale. Du reste, l'inclinaison respective de la nouvelle face supérieure sur la nouvelle base est la même qu'auparavant, et égale à la pente de la croupe. On peut se convaincre facilement de tous ces effets du renversement par la *Fig. 137*, qui présente en perspective le tétraèdre primitif et dans son état naturel en e F a Q, et dans la situation renversée en Q' F a *e*.

L'arête a Q étant, au développement, placée dans un plan vertical dont la trace horizontale est a *e*, nous supposons que le point m, au lieu de tout autre que nous aurions pu prendre à volonté, est la retombée de l'extrémité p de cette arête; ce qui fera sentir, mieux que tout autre point, la justesse et l'élégance de la construction. En effet, d'après cela, la perpendiculaire m p est la trace du plan vertical dans lequel se trouve le cercle décrit par le point p, dans le mouvement de rotation autour de a F : comme l'angle linéaire m n v est égal à l'angle plan qui a lieu en a F, m v est la hauteur à laquelle le point p se trouve maintenant au-dessus de m, de sorte que l'arête a p est maintenant l'hypoténuse d'un triangle rectangle vertical dont la base est a m, et la hauteur m v; triangle qui est rabattu en a m x, dont l'hypoténuse a x donne la longueur de l'arête a p, dans la supposition que nous avons faite pour le point m, et aurait donné un autre point de la même arête a p, si l'on avait pris tout autre point que m.

Mais si par le point p ou tout autre point de l'arête a p, ainsi trouvé, l'on mène à a F la parallèle indéfinie p r u, et la perpendiculaire r s par le point r, où elle coupe la projection horizontale de l'empanon; que l'on établisse entre r s et r u le même rapport qu'il y a entre l'empanon droit et la hauteur du poinçon, c'est-à-dire qu'on fasse l'angle r s u égal à la pente de la croupe, et qu'on mène r t perpendiculaire à s u, et t o parallèle à a F : il est évident que toutes ces lignes seront placées de la même manière et parallèles entre elles, quel que soit le point R, ou m, ou tout autre que l'on ait pris pour point de départ de la construction; on arrivera nécessairement au point N ou o, ou tout autre de a e. Donc,

zontale Vorstellung auf der Basis des Daches F e ist; 3.° aus einer andern Seitenfläche, welche aber geneigt, und nichts anders ist als die zurückgehende Fläche des Schiftsparrens, welche bis zur Basis des Daches verlängert worden, und deren Vorstellung auf dieser Basis man nicht kennt, ohnerachtet man weiss, dass solche von dem Punkte a ausgehen und nach dem Punkte e zu ihre Richtung nehmen soll; 4.° aus dem Theile der Basis des Daches, welcher sich zwischen dieser nicht gekannten Vorstellung, z. B. a Q, a F und F Q befindet. Bei diesem Tetraëder weiss man die drei geometrischen Winkel des Walmens, weil man sie in der ausgeführten Zeichnung findet; eben so könnte man auch die Neigung zeichnen, welche der Gradsparren auf die Basis des Daches hat; ferner weiss man auch, dass die Neigung der ersten Seitenfläche auf die Basis des Daches 90 Grad beträgt, weil sie vertical ist; und dass die Neigung der zweiten Seitenfläche auf das Lattenwerk ebenfalss 90 Grad ausmacht, weil der Schiftsparren als winkelrecht angenommen wird. Berücksichtigt man diese vorstehend angegebenen Bemerkungen, so wird man alle und jede Bestandtheile dieses Tetraëders leicht beschreiben und zeichnen können.

Dreht man nun auf der Zeichnung den Walmen auf die Schnittlinie [ligne du pas] der Schifftsparren J F, so entsteht daraus die Folge, dass dieser Tetraëder gänzlich umgekehrt wird : alsdann dient ihm der Walmen zur Basis, und ist a F *e;* die vorige Basis a F Q wird zur obern Fläche; die erste Seitenfläche, welche vertical war, befindet sich zwar auf der nämlichen Seite wo sie zuerst war, allein sie ist geneigt, weil die Basis zu der sie gehört, und welche horizontal war, jetzt geneigt ist; und die zweite Seitenfläche, welche geneigt war, ist jetzt vertical, weil sie mit dem Walmen perpendicular war, und dieser letztere zur horizontalen Basis geworden ist. Die respective Neigung der neuen obern Fläche auf die neue Basis ist übrigens die nämliche wie zuvor, und dem Abhange des Walmens gleich. Die Wirkungen welche aus diesem Umkehren entstehen, ergeben sich aus der *Fig. 137*, welche den ersten Tetraëder perspectivisch darstellt, und zwar sowohl in seinem natürlichen Zustande bei e F a Q, als auch in seiner umgekehrten Stellung bei Q' F a *e*.

Da die Kante a Q sich auf der ausgeführten Zeichnung in einem verticalen Plane befindet, dessen horizontale Vorstellung a *e* ist, so nehmen wir an, dass der Punkt m, anstatt jedes andern, den wir nach Belieben hätten nehmen können, die Vorstellung des Endes p dieser Kante sey; dadurch wird die Richtigkeit und Schönheit der Zeichnung sich besser zu erkennen geben als durch jeden andern Punkt. Sonach ist die Perpendicularlinie m p die Vorstellung des verticalen Plans, in welchem der Zirkel beim Drehen um a F durch den Punkt p beschrieben worden ist : da der geometrische Winkel m n v, dem flachen Winkel in a F gleich ist, so ist m v die Höhe, auf welcher der Punkt p sich nun über m befindet; so dass also die Kante a p nunmehr die Hypothenuse eines rechtwinkeligen verticalen Triangels geworden ist, welcher a m zur Basis, und m v zur Höhe hat, und auf a m x umgelegt ist; die Hypothenuse a x, dieses letztern giebt die Länge der Kante a p für den Fall, den wir für den Punkt m angenommen haben; sie würde einen andern Punkt auf der nämlichen Kante a p gegeben haben, wenn ein anderer Punkt als m genommen worden wäre.

Führt man aber durch den Punkt p oder jeden andern auf der Kante a p solchergestalt gefundenen Punkt, die unbestimmte Parallellinie p r u nach a F, und die Perpendicularlinie r s durch den Punkt r, wo sie die horizontale Projection des Schiftsparrens durchschneidet; bestimmt man ferner zwischen r s und r u das nämliche Verhältniss, welches zwischen dem geraden Schiftsparren und der Höhe der Giebelsäule Statt findet; d, h. dass man den Winkel r s u der Neigung des Walmens gleich macht, und r t mit s u perpendicular und t o mit a F parallel zieht; so werden nothwendigerweise die sämmtlichen Linien auf die nämliche Weise gestellt und mit einander parallel seyn, der Punkt R oder m, oder

which is but the face in return of the rafter, lengthened up to the basis of the roof, and whose trace on that basis is unknown, though we know that it ought to begin at the point a, and take its direction towards the point e; 4.° the part of the basis of the roof included between that unknown trace, a Q, for instance, a F and F Q. In that tetraedron, we know the three linear angles of the top, since we find them in its unfolding; one might construct also the inclination of the edge-piece on the basis of the roof : we know too that the inclination of the first lateral face on the basis of the roof is 90 degrees, since it is vertical; and that the declivity of the second lateral face on the lathing is also 90 degrees, since the rafter is supposed to be at right angle. Those six things known are more than wanted to construct any detail choosen of that tetraedron.

Now it results from the unfolding which was obtained by making turn the top on the line of pace of the rafters J F, that this tetraedron is quite upset : the top is then its basis, and is a F *e;* the former basis a F Q becomes the superior face; the former lateral face, which was vertical, is still on the same side as before, but inclined, because the basis to which it belongs, and which was horizontal, is become inclined; and the second one, which was inclined, is become vertical, because it was perpendicular to the top, and because this is become the horizontal basis. Besides, the respective inclination of the new superior face on the new basis is the same one as formerly, and equal to the declivity of the top. One may easily be convinced of all those effects of the overturning by the *Fig. 137*, which shows in perspective the former tetraedron in its natural state in e F a Q, and in its overturned situation in Q' F a *e*.

The edge a Q being, at the unfolding, placed in a vertical plan whose horizontal trace is a *e*, we suppose that the point m, instead of any other that we could choose, is the drop of the end p of that edge; what will show, better than any other point, the precision and elegance of the construction. In fact, according to that, the perpendicular m p is the trace of the vertical plan in which is the circle described by the point p, in the movement of rotation round a F : as the linear angle m n v is equal to the plan angle being in a F, m v is the height at which the point p is now over m; so that the edge a p is now the hypotenuse of a vertical rectangular triangle, whose basis is a m, and the height m v; which triangle is laid down in a m x, whose hypotenuse a x gives the length of the edge a p, in the supposition made for the point m, and would have given another point of the same edge a p, if we had choosen any other point but m.

But, if by the point p or any other point of the edge a p, thus found, one draws to a F the indefinite parallel p r u, and the perpendicular r s by the point r, where it cuts the horizontal projection of the rafter; if one establishes between r s and r u the same relation as between the right rafter and the height of the king-post, that is, if one makes the angle r s u equal to the declivity of the top, and if one draws r t perpendicular to s u, and to parallel to a F : it is evident that all those lines will be placed on the same manner, and parallel to each other, whatever may be the point R, or m, or any other taken as departure of the construction; one will necessarily arrive to the point N or o, or any other of a *e*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en partant d'un point e ou r, ou tout autre de a e, pour former la même série de lignes, dès la seconde opération on a le point N ou o, ou tout autre de la même ligne a e, au moyen duquel on trouve tout de suite P, Q, ou un autre point de la trace a Q de la seconde face latérale du tétraèdre que nous considérons, et que les praticiens nomment *la direction du pas de l'empanon.*

3.° *e* a q étant réellement l'angle linéaire inférieur du devant de la seconde face latérale du tétraèdre, a q *e* est le développement de cette face latérale, qui par conséquent contient les deux autres traits des coupes d'about de l'empanon proposé; de sorte qu'en menant *b f* parallèle à a *e*, et d'après l'épaisseur de l'empanon, le trapèze a *b f e* est la face de l'empanon, en retour d'équerre de la croupe, dans sa forme et sa grandeur naturelles, mais supposée rabattue ou plutôt relevée sur la surface de la croupe.

4.° Le triangle F *e q* étant aussi le développement de la première face latérale du tétraèdre dont il a été question, F *e q* est celui qui a lieu au sommet de cette face; en sorte que, menant *g h* parallèle à *e q*, puis *i h* parallèle à F *e*, et d'après l'épaisseur de l'empanon, le parallélogramme *e g i h* est la trace de l'empanon sur la face verticale de l'arêtier, à laquelle il doit s'assembler.

Observation. Si l'on veut exécuter les assemblages de l'empanon avec embrèvement, comme c'est l'usage pour le pied, ou à tenon et mortaise, comme on le fait souvent pour la tête, on tracera, suivant les principes généraux, les parties de bois réservées à volonté pour cet objet, mais en dehors du tracé fondamental de juxta-position.

SECTION V.

Tomomorphie.

89. Les toits composés de surfaces planes concourant en un même point, sont généralement nommés *combles pyramidaux :* mais les praticiens ont donné des noms particuliers à chaque sorte de leurs variétés. Celui qui couvre une tour carrée, ils l'appellent *pavillon carré, Fig. 139;* si ce toit a une très-grande élévation, ils l'appellent *aiguille* ou *flèche,* quand même sa base aurait plus de quatre côtés; quand la base n'a pas tous ses côtés égaux, ou tous ses angles droits, ils l'appellent *pavillon biais;* lorsque la base du toit est un rectangle, les deux faces qui sont sur les petits côtés, sont des triangles qui ont reçu le nom de *croupe,* et les faces trapézoïdales appuyées sur les grands côtés prennent le nom de *long pan,* quelle que soit leur étendue en raison de la croupe. Toutes ces sortes de combles sont susceptibles de recevoir à chacune de leurs faces deux pentes différentes: alors on les nomme *combles brisés* ou *combles à la mansarde.*

Lorsque l'une des dimensions du rectangle a environ une fois et demie la longueur de l'autre dimension, et que l'on forme le comble de deux pyramides qui se pénètrent, on le dit *à deux épis:* et l'on ne s'est pas borné à ce nombre collectif d'épis; on a été jusqu'au nombre cinq, même à des combles biais. Nous ne pouvons raisonnablement admettre comme leçon utile, cette bizarre superfluité de composition.

jeder andere von dem man bei der Zeichnung ausgegangen wäre, möchte dabei seyn welcher er wolle, und man wird nothwendigerweise zu dem Punkte N oder o, oder jedem andern von a e, gelangen. Geht man also bei der Zeichnung der nämlichen Reihe von dem Punkte e oder r, oder jedem andern auf der Linie a e befindlichen aus, so erhält man bei der zweiten Operation entweder den Punkt N oder o, oder jeden andern auf der nämlichen Linie a e, und findet sogleich durch ihn P, Q, oder einen andern Punkt der Linie a Q, welche die zweite Seitenfläche des fraglichen Tetraëders vorstellt, und welche die Baukundigen die Richtung des Schiftsparrenschnittes [Pas] nennen.

3.° Da *e* a q der wahre untere geometrische Winkel von der zweiten vordern Seitenfläche des Tetraëders ist, so ist a q *e* die ausgeführte Darstellung dieser Seitenfläche, welche folglich die beiden andern Vorstellungen der Endschnitte des gegebenen Schiftsparrens enthält; so dass wenn man mit Berücksichtigung der Dicke des Schiftsparrens, *b f* mit a *e* parallel zieht, so ist das Trapezium a *b f e* die in ihrer natürlichen Gestalt und Grösse dargestellte Seite des Schiftsparrens, welche mit dem Walmen einen geradseitigen Winkel bildet, wobei aber angenommen wird, dass selbige auf die Fläche des Walmens herabgezogen oder vielmehr aufgerichtet sey.

4.° Da ferner der Triangel F *e q* die ausgeführte Darstellung der ersten Seitenfläche des fraglichen Tetraëders ist; so ist F *e q* die von der Höhe dieser Fläche; zieht man also *g h* mit *e q* parallel, und *i h* mit F *e* ebenfalls parallel, nach der Dicke des Schiftsparrens, so ist das Parallelogramm *e g i h* die Vorstellung des Schiftsparrens auf der verticalen Fläche des Eksparrens mit welchem er zusammengesetzt werden soll.

Bemerkung. Sollen die Zusammensetzungen mit dem Schiftsparren entweder durch Versatzung, wie man es mit dem Fusse desselben zu thun pflegt, oder durch Einzapfen, wie solches sehr oft bei dem obern Theile geschieht, bewirkt werden, so zeichnet man in Gemässheit der allgemeinen Grundsätze die dazu bestimmten Theile ausserhalb der Grundzeichnung.

FÜNFTER ABSCHNITT.

Tomomorphie.

89. Diejenigen Dächer welche aus ebenen Flächen bestehen, und in einen und denselben Punkt zusammenlaufen, werden zwar gewöhnlich *Pyramidaldächer* genennt; da es aber verschiedene Abarten derselben giebt, so haben die Baukundigen solche mit besondern Namen belegt. So nennen sie ein Dach über einem viereckigen Thurme einen *viereckigen Pavillon, Fig. 139.* Ist dasselbe von beträchtlicher Höhe, so heisst es ein *Helmdach,* wenn auch gleich die Basis desselben mehr als vier Seiten hätte. Sind die Seiten der Basis sich nicht sämmtlich einander gleich, noch alle ihre Winkel rechte Winkel, so heisst es ein *schräger Pavillon.* Bildet die Grundfläche des Daches ein Rechteck, so sind die beiden Flächen an den kleinen Seiten, Triangel, welche mit dem Namen *Walmen* bezeichnet werden; und die viereckigen Flächen an den grossen Seiten heissen die *langen Dachseiten,* wenn auch ihr Umfang in Vergleichung mit dem Walmen noch so gross wäre. Alle diese Arten von Dächern können auf jeder Seite zwei von einander verschiedene Neigungen erhalten, und werden alsdann *gebrochene* oder *mansardische Dächer* genannt.

Hat eine von den Dimensionen des Rechtecks ohngefähr anderthalbmal die Länge der andern Dimension; und wird das Dach aus zwei in einander greifende Pyramiden zusammengesetzt, so heisst es ein Dach *mit zwei Giebelsäulen* [à deux épis]. Man hat es aber nicht bei zwei Giebelsäulen bewenden lassen, sondern wendet deren, selbst bei schiefen Dächern, wohl gar fünf an. Ohnmöglich aber liesse sich ein vernünftiger Grund zur Rechtfertigung einer so seltsamen und überflüssigen Zusammensetzung angeben.

Therefore, setting of from the point e or r, or any other of a e, to form the same series of lines, at the second operation one has the point N or o, or any other of the same line a e, by means of which one immediately finds P, Q, or another point of the trace a Q of the second lateral face of the tetraedron which we consider, and which is called by the practitioners *the direction of the pace of the shorted rafter.*

3.° *e* a q being really the inferior linear angle of the before part of the second lateral face of the tetraedron, a q *e* is the unfolding of that lateral face, which consequently contains the two other lines of the section of but-end of the proposed rafter; so that, drawing *b f* parallel to a *e*, and according to the bulk of the rafter, the trapezium a *b f e* is the face of the rafter, at right angle with the top, in its natural form and size, but supposed to be laid down or rather elevated on the surface of the top.

4.° The triangle F *e q* being also the unfolding of the first lateral face of the tetraedron mentioned, F *e q* is that which is at the summit of that face; so that, drawing *g h* parallel to *e q*, then *i h* parallel to F *e*, and according to the bulk of the rafter, the parallelogram *e g i h* is the trace of the rafter on the vertical face of the edge-beam, which it ought to frame with.

Observation. If one wishes to execute the bevel-shoulder assemblages, as it is the custom for the foot, or with tenon and mortise, as they do it often for the head, one shall trace, according to the general principles, the parts of timber reserved at will for that purpose, but outside of the fundamental outline of juxta-position.

SECTION V.

Tomomorphy.

89. The roofings composed of plan surfaces concurring in a same point, are generally named *pyramidal roofs :* but the practisers have given whatever kinds of their varieties names particular. The one which roofs a square tower, is called *square pavilion, Fig. 139;* but when this roof is highest, it is called *spire,* although its basis could have more than four sides; when the basis have not all equal sides, nor all right angles, the roof is called *slanting pavilion;* when the basis is right-angled, the faces which stand on the smaller sides, are triangles called *ends,* and the faces standing on greater sides are simply called *sides,* whatever will be their extent with regard to the ends. Besides all those kinds of roofs can receive in every their face two diverse declivities; and then they are named *broken roofs* or *Mansard's roofs.*

When the one of the rectangle's sides has about once and half the length of the other, and the roof is composed of two pyramids which penetrate each other, it is called *bitoped roof :* and the practisers don't bound such a name at that number; but alike is used until to five, even slanting so penetrated roofs. We cannot rationally admitt as useful lesson a so fantastical composition's superfluity.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N'ayant pas voulu confondre avec les combles à base rectangulaire ceux à angles obtus et aigus, nous avons expliqué dans une sous-section les *pavillons* et les combles *biais*, et nous avons de même rejeté les *cinq-épis* dans une *seconde sous-section*.

90. Dans un toit d'une certaine étendue, si le nombre des murs de refend n'est pas suffisant, il faut y suppléer par des assemblages de charpente, qui, appuyés sur les murs d'enceinte, puissent supporter les pièces du second ordre qui doivent entrer dans la composition du comble. Cet assemblage se nomme *ferme*. Il est sensible que les bois destinés à composer une ferme doivent être choisis d'une force convenable relativement à la *portée* plus ou moins grande qu'elle doit avoir, et au fardeau qu'elle aura à supporter; et que, comme le fait observer Fourneau, elle doit toujours être placée sur le plein des murs.

Les diverses pièces de bois qui composent une ferme, se combinent de différentes manières, suivant la forme de la base du toit, et la portée plus ou moins grande de la ferme; ce qui a entraîné les praticiens à adopter un assez grand nombre de noms particuliers pour les désigner, outre ceux qui dérivent du mode de construction, et ceux qui appartiennent aux pièces essentielles qui entrent dans la composition de la ferme la plus simple. Nous donnerons d'abord les noms particuliers le plus fréquemment usités.

91. Nous pouvons, sans nuire à la méthode qui nous guide, et parce que cela est indifférent pour l'étude, classer d'abord les noms des pièces qui sont dans une disposition horizontale, et ensuite ceux des pièces inclinées à cette première disposition : cependant cette classification sera précédée du mot *poinçon*, qui indique un prisme vertical a, *Fig. 140*, dont l'axe particulier est aussi l'axe de la sorte de pyramide que forment par leur ensemble les différentes faces du toit. Le poinçon reçoit l'assemblage supérieur de trois, quatre et même d'un plus grand nombre de pièces de bois d'un comble, et il est pareillement usité pour les pièces qui divisent le sommet d'une pyramide en deux et en cinq épis. Pour donner plus de force à l'assemblage du bout inférieur du poinçon, il faut y ajouter un boulon ou un étrier en fer, pour empêcher que l'entrait, à cause de son poids, ne s'éloigne des épaulemens du poinçon.

92. Les pièces horizontales qui entrent le plus ordinairement dans la composition des fermes, sont,

1.° *L'entrait inférieur*, b, *Fig. 149* [bas entrait], aussi appelé *tirant*, qui est toujours à la base de la ferme. Les entraits des maîtresses fermes doivent être plus gros que ceux des demi-fermes, et que les coyers d'arêtier.

2.° *L'entrait supérieur*, c, *Fig. 140, 146* et *149* [entrait retroussé], qui est à une plus ou moins grande hauteur dans la ferme, selon l'usage qu'on veut faire du vide intérieur du comble, soit grenier ou galetas; le plus souvent il se place à sept pieds de hauteur, ou sept pieds et demi; ou quelquefois la base de la ferme n'a qu'une faible pièce d'attraction, qui repose sur un plancher, et qui prend le nom de *semelle traînante*, d, *Fig. 146*. Quand on joint aux entraits plusieurs autres pièces qui forment un plancher, il est nommé *enrayure*; c'est une vraie base de la pyramide ou de la portion de pyramide qui est au-dessus : alors se trouve joint au premier entrait celui qu'on nomme *croisé*, parce qu'il traverse perpendiculairement le premier, et s'y réunit à son milieu au moyen d'entailles à mi-bois. Mais, si le toit forme seulement une demi-pyramide, on le nomme *demi-entrait*, f, *Fig. 150*. Les

Um die stumpf und spitzwinkeligen Dächer nicht unter diejenigen zu mischen, deren Grundfläche rechtwinkelig ist, so haben wir die schiefen Dächer und Pavillons in einem Beiabschnitte erklärt, so wie auch die Zusammensetzungen mit fünf Giebelsäulen ebenfalls auch in einem zweiten Beiabschnitte gezeigt worden sind.

90. Wären bei einem Dache von beträchtlicher Weite die Scheidemauern nicht in genugsamer Anzahl vorhanden, so muss diesem Mangel durch Holzverbindungen abgeholfen werden. Diese werden in die äussern Mauern eingesetzt, und tragen solchergestalt die zur Zusammensetzung des Dachwerkes bestimmten kleinern Hölzer. Diese sämmtlichen Holzverbindungen nennt man einen *Dachstuhl*. Dem zu Folge müssen, wie leicht zu erachten ist, die zu einem Dachstuhle gehörigen Hölzer eine solche Stärke haben, welche mit der Länge desselben, so wie mit der zu tragenden Last im Verhältnisse steht; auch muss, nach Fourneau, der Dachstuhl jederzeit unmittelbar auf der Mauer aufgesetzt werden.

Die einzelnen Hölzer, aus denen ein Dachstuhl besteht, werden mit Rücksicht auf die Gestalt der Dachgrundfläche, und zu Folge des mehr oder minder grossen Umfanges des Dachstuhls verschiedentlich zusammengesetzt; weshalb denn die Baumeister eine Menge von Namen angenommen haben um diese Hölzer zu bezeichnen, wobei diejenigen Namen nicht mit inbegriffen sind, welche sich aus jeder besondern Bauart herschreiben, so wie diejenigen, welche den zur Zusammensetzung des einfachsten Dachstuhls gehörigen Haupthölzern eigenthümlich sind. Wir wollen hier zuvörderst die am häufigsten vorkommenden Hauptbenennungen angeben.

91. Zu diesem Zwecke können wir, ohne der Methode, welche wir befolgen, einigen Eintrag zu thun, und weil es überhaupt für das Studium ganz gleichgültig ist, zuvörderst die Benennungen der horizontal liegenden Hölzer aufführen, und darauf die Namen derjenigen Hölzer folgen lassen, welche nach dieser ersten Richtung zu geneigt sind. Dieser angenommenen Ordnung schicken wir jedoch den Namen *Giebelsäule* voraus. Dieses Wort bezeichnet ein verticales Prisma a, *Fig. 140*, dessen besondere Axe zugleich auch die Axe der Art von Pyramide ist, welche die verschiedenen Dachseiten unter einander bilden. In den obern Theil der Giebelsäule werden drei, vier und selbst mehr Hölzer eingebunden; auch wird sie zu den Hölzern angewendet, welche die Spitze einer Pyramide in zwei und fünf Kanten [Épis] abtheilen. Das untere Ende der Giebelsäule muss um mehrerer Festigkeit Willen, vermittelst eines eisernen Bandes oder Bolzens an den Spannriegel befestigt werden, so dass nun dieser nicht aus dem Zapfen der Giebelsäule weichen kann, welches sonst wegen seiner Schwere geschehen könnte.

92. Unter den horizontalen Hölzern, welche bei der Zusammensetzung eines Dachstuhls am gewöhnlichsten angewendet werden, bemerken wir den *Hauptbalken* b, *Fig. 149*, welcher jederzeit die Basis des Dachstuhls ausmacht. Bei den ganzen Dachstühlen muss der Hauptbalken nebst den Spannriegeln stärker seyn als bei den halben Dachstühlen; diese Balken müssen auch stärker seyn als die Gradsparrenschifter. Wir bemerken ferner *den Spannriegel* c, *Fig. 140, 146* und *149*. Derselbe wird mehr oder minder hoch angebracht, je nachdem der obere Raum zu Böden oder Dachstuben eingerichtet werden soll. Gewöhnlich wird er 7 oder 7 1/2 Fuss hoch angelegt. Bisweilen befindet sich an der Basis des Dachstuhls ein schwacher Balken d, *Fig. 146*, welcher auf dem Gebälke ruht, und *eine Schwelle* oder ein *schwacher Durchzug* genannt wird. Ein *Gebälk* nennt man die sämmtlichen mit dem Hauptbalken oder Spannriegeln verbundenen horizontalen Hölzer. Es ist die wahre Basis der darüber befindlichen Pyramide oder eines Theils derselben. In dieser Lage ist mit dem Spannriegel derjenige Balken verbunden, welcher der Kreuzbalken genennt wird, weil er perpendicular über den Spannriegel hinweggeht; in der Mitte ist er mit demselben durch

For being quite distinguished the obtusangled or acutangled roofs from the rectangled, we will explain in an under-section the *slanting pavilions* and *roofs*, and send alike in a second under-division the roofs penetrating each another.

90. In whatever roof of some extent, if the number of partition-walls could not be sufficient, it is to supply with some framed timbers, which, supported on the inclosing walls, can bear the less pieces being to compound the roof. Such timber-work is called *truss*. It is plain that all the timbers who are to compose a truss, ought to have a strength proportionable to lesser or greater width of the truss, and to weight it is to support; and, accordingly to Nic. Fourneau's remark, it requires to be laid always on the fulls of the walls.

The diverse timbers which compound a truss, are combined in various manners, accordingly to the form of the roof's basis and to lesser or greater width of the truss; what had induced the practisers to admit numerous enough particular names in order to distinguish them, besides the derivated from the mode of construction, and the ones belonging to the essential pieces who come in a simplest truss. We will give forthwith the particular names more frequently used.

91. Without hurting our own method, and because it is wholly indifferent to study, we can order first the names of the timbers which are seated horizontally, afterwards of the ones which are inclinated to the horizon : nevertheless such classification shall be preceded by the word *king-post*, which designs a vertical prism, a, *Fig. 140*, whose axis particular is also the axis of this pyramid's kind resulting from diverse pans of the roof. The king-post receives the superior assemblage of three, four or more numerous roof's timbers, and is alike used for the pieces which divide the pyramid into two or more several tops. In order to increase the strength of the king-post's inferior assemblage, it is needful to add there or a bolt, or an iron-stirrup, for hindering the tie-beam to ramble from the king-post's shoulderings.

92. The horizontal timbers which more usually compound a truss, are,

1.st *Under tie-beam*, b, *Fig. 149*, also named *collar-beam*, or simply *collar*, which is always seated in truss's basis. The collar of an head-truss ought to be stronger than the one of an half-truss and than hip's collar.

2.d *Over-collar* or *framed collar*, c, *Fig. 140, 146* and *149*, which is placed at a greater or lesser height, accordingly with the use to be made of the roof's void space, for garret or lodgings; its height is usually about 7 or 7 1/2 feet; sometimes, in the basis of a truss, is employed only a weak timber, called *ground-sill*, d, *Fig. 146*, set on a floor. When they add to collar another timbers to form a floor, that framing is called *furrow*; it is the true basis of the pyramid or pyramid's part upperstanding : then to the first collar is framed another *crossing-collar*, so called because it crosses the first perpendicularly, and half-way in the timbers. But, when the roof forms only an half-pyramid, it is call'd *half-collar*, f, *Fig. 150*. Into four angles formed by two so crossed collars, are framed with tenons and mortises four timbers seated for hypotenuse, which have name *brackets*, g, *Fig. 150*: the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quatre angles que forment deux entraits qui se croisent, sont garnis de quatre pièces assemblées à tenons et disposées en hypoténuse, qu'on appelle *goussets*, g, *Fig. 150 :* celle dont un bout porte sur l'angle du bâtiment, et dont l'autre bout est assemblé dans un gousset, est appelée *coyer*, h, *Fig. 150* [entrait diagonal, entrait d'arêtier]; les autres pièces du remplissage prennent le nom de *solives en empanon*, h, *Fig. 150* (dans certains cas on dit embranchement).

3.° Les *plates-formes simples*, i, *Fig. 146* (4 à 12 pouces), ou celles *collectives*, j, *Fig. 140* et *149*, qu'on distribue sur le dérasement supérieur du mur, pour y asseoir les entraits. Il faut mettre les joints sous les blochets, et faire rentrer les plates-formes d'un pouce en dedans du nu des murs. Quelquefois on met aussi un gousset dans l'angle, pour empêcher la disjonction.

4.° Les *blochets*, avec entailles parallèles, k, *Fig. 140, 146* et *149*, ou *à queue*, l, *Fig. 143;* mais aux plates-formes collectives il faut des *entretoises*, m, *Fig. 137.*

93. Les pièces obliques sont les *jambes de force*, n, *Fig. 146* et *149* (elles doivent entrer dans le mur comme la *Fig. 149* l'indique, et ne jamais être mises en porte-à-faux); les *jambettes*, o, *Fig. 140;* les *arbalétriers*, p, *Fig. 140* et *146;* les *esseliers*, q, *Fig. 140 et 149;* les *contre-fiches*, r, *Fig. 140, 146* et *149* (quand il n'y a que deux cours de pannes, on place le bout de la contre-fiche près de la panne du haut); les *chevrons*, u, *Fig. 146;* les *tasseaux*, v, et les *chantignoles*, x, même fig.; les *coyaux*, y, *Fig. 140, 146* et *149* (ordinairement on place les coyaux après que le couvreur a scellé le sous-doublis et le doublis de l'égout).

Remarque. Il existe beaucoup de toits dont la pente a été bien établie pour l'écoulement des eaux, mais dont les coyaux ont été tellement disposés, que, la partie de couverture placée sur eux n'ayant pas assez de pente, l'eau y reflue entre les tuiles ou les ardoises, principalement au pli qu'ils forment à leurs abouts sur les chevrons; ce qui pourrit les bois à cette hauteur, et donne souvent de l'eau dans les chambres ou greniers. Les *Fig. 152* et *153* montrent comment on fait les égouts sans coyaux.

Les autres pièces obliques sont celles dont le bout inférieur pose sur l'angle d'un bâtiment, et le bout supérieur sur le poinçon. Lorsque l'angle est saillant, la pièce est nommée *arêtier*, s, *Fig. 142*, et sur les angles rentrans on l'appelle *noue*. Cette dernière pièce doit toujours avoir plus de grosseur [force] que les arêtiers, parce qu'elle reçoit toujours une partie du poids des empanons qui s'y assemblent, au lieu que les empanons font effort pour soutenir l'arêtier.

94. Nous ne devons pas omettre ici les noms d'autres pièces qui occupent les espaces compris entre les fermes, telles que les *pannes juxta-posées*, t, *Fig. 146* et *149*, que nous appellerons simplement et sans adjectif *pannes* [pannes sur tasseaux], celles qui sont simplement posées sur les arbalétriers et les arêtiers, sans assemblage (cependant, si aux joints obliques de deux pannes sur un arêtier, l'on réservait un tenon à l'une pour entrer dans un enfourchement fait à l'autre, les deux pannes ainsi assemblées l'une à l'autre sont appelées par les praticiens *pannes couronnées*); *pannes assemblées*, celles qui sont assemblées à tenon dans les arêtiers et les arbalétriers (aux chevrons de 18 à 20 pieds de longueur, il faut deux cours de pannes, et trois cours à ceux de 21 à 24 pieds); les *faîtages*, z, *Fig. 140* et *146* [pannes faîtières], qui sont assemEinschnitte in halbe Holzdicke verbunden; bildet aber das Dach eine halbe Pyramide so wird er zum halben Spannriegel f, *Fig. 150.* Die vier Winkel, welche zwei sich kreuzende Spannriegel bilden, sind mit vier Hölzern eingefasst, welche durch Zapfen mit einander verbunden und hypothenusenförmig gestellt sind; sie heissen Traghölzer, g, *Fig. 150.* Das Holz, welches mit dem einen Ende auf dem Winkel des Gebäudes ruht, und mit dem andern in ein Tragholz eingesetzt ist, heisst Schifter, h, *Fig. 150.* Die andern zur Ausfüllung bestimmten Hölzer sind die Balken h, *Fig. 150. Mauerlatten*, und zwar entweder einfache i, *Fig. 146* (zu 4 oder 12 Zoll) oder doppelte j, *Fig. 140* und *149*, sind diejenigen Hölzer, welche man oben auf die Mauer legt, und welche den Balken zur Unterlage dienen; die Fugen müssen unter die Stichbalken kommen; auch müssen die Mauerlatten einen Zoll einwärts auf die Mauern gelegt werden: bisweilen wird auch ein Tragholz in der Ecke angebracht, um das Auseinanderweichen zu verhindern. Die Stichbalken sind entweder mit parallel gehenden Einschnitten, k, *Fig. 140, 146* und *149*, oder mit einer Versatzung l, *Fig. 143* versehen; die doppelten Mauerlatten aber erhalten *Riegel*, m, *Fig. 137.*

93. Die schräg gehenden Hölzer sind die Büge n, *Fig. 146* und *149;* sie müssen nach *Fig. 149* jederzeit in die Mauer eingesetzt werden, damit sie eine feste Unterlage haben: die Stützhölzer o, *Fig. 140:* die Stuhlsäulen p, *Fig. 140* und *146:* die Jagdbänder q, *Fig. 140, 149:* die Streben r, *Fig. 140, 146* und *149;* bei zwei Reihen Fetten wird das Ende der Strebe nahe an der obern Fette angesetzt. Die Sparren u, *Fig. 146:* die Zwerchriegel v und Balkenhölzer x, in derselben Figur; die Schifter y, *Fig. 140, 146* und *149.* Diese letztern werden dann eingesetzt, wenn die untern Ziegelschichten aufgehängt worden sind.

Bemerkung. Es giebt zwar viele Dächer wo die Neigung derselben im allgemeinen so angelegt ist, dass das Wasser ablaufen kann, wo aber die Schifter so gestellt sind, dass der darüber liegende Theil des Daches nicht genug Abhang hat, so dass das Regenwasser zwischen die Ziegel oder den Schiefer zurücktritt, welches vorzüglich in dem Buge Statt hat, den sie an ihren Enden über den Sparren veranlassen; daraus entsteht denn die Folge, dass das Holz an diesem Orte fault, und das Wasser sehr oft in die Zimmer und Böden dringt. Die *Fig. 152* und *153* zeigen, wie Wasserabzüge ohne Schifter angelegt werden.

Die übrigen schrägen Hölzer sind diejenigen, welche mit dem untern Ende auf dem Winkel des Gebäudes ruhen, und mit dem obern in die Giebelsäule eingesetzt sind. Ruhen sie auf einem vorspringenden Winkel, so heisst das Holz ein *Grad-* oder *Ecksparren*, s, *Fig. 142;* sind sie aber auf einem eingehenden Winkel aufgesetzt, so heissen sie *Einkehlsparren.* Diese letztern müssen jederzeit dicker und stärker seyn als die Ecksparren; weil die Schiftsparren welche darein eingesetzt werden, einen Theil ihrer Last auf sie übertragen, während die nämlichen Schiftsparren zur Unterstützung des Ecksparrens beitragen.

94. Es ist nöthig, dass wir hier noch die Namen anderer Hölzer anführen, welche den Raum zwischen den Bindern einnehmen, als z. B die *Dachfetten*, t, *Fig. 146* und *149*, welche ohne Verbindung mit andern Hölzern auf den Dachstuhlsäulen und Ecksparren liegen. Wären aber zwei Fetten auf einem Ecksparren durch schräge Fugen mit einander verbunden, und man hätte an der einen Fette einen Zapfen angebracht, um ihn in das Zapfenloch der andern Fette einzuzapfen, so heissen die solchergestalt mit einander verbundenen Fetten, *gekrönte Fetten* [pannes couronnées]. *Eingesetzte Fetten* [pannes assemblées], nennt man die in die Ecksparren und Dachstuhlsäulen eingezapften Fetten. Bei den Sparren von 18 bis 20 Fuss Länge müssen zwei, und bei den Sparren von 20 bis 24 Fuss Länge, drei Reihen Fetten angebracht werden.

timber whose one end sits on a building's angle, and the other is framed in a bracket, is called *diagonal collar*, or hip's collar, h, *Fig. 150;* the other fulling timbers are named *shorted-joists*, h, *Fig. 150.*

3.d The *wall-plates*, or simple, i, *Fig. 146* (4 at 12 inches), or *collective*, j, *Fig. 140* and *149*, lain on the upper-levelness of the walls, to collars sit on them. The wall-plates ought to come in at one inch from the upper-edges of walls, and their seams to be placed under the tie-pieces. Sometimes a bracket is framed into the angles of the wall-plates, for keeping them from going out.

4.th *Hammer-beams*, or *tie-pieces*, which are either notched, k, *Fig. 140, 146* and *149*, or tailed, l, *Fig. 143;* the collective wall-plates ought to be framed with *stretching-pieces* or *pungings in*, m, *Fig. 137.*

93. The inclinated timbers of a truss are, the *strengthening-pieces*, n, *Fig. 146* and *149* (they ought to come in the walls, as shows the *Fig. 149*, and never to be put in a *false prop*); the *ashleers*, or *count-timbers*, o, *Fig. 140;* the *principal rafters*, p, *Fig. 140* and *146;* the *braces* [groinings], q, *Fig. 140, 149;* the *struts*, r, *Fig. 140, 146* and *149* (when there are only two curses of parlines, end of the struts is put at the upper-purlin); the *small-rafters*, u, *Fig. 146;* the *stoppers*, v, and the *stopper's-props*, x, *Fig. 146;* the *rafter-feet*, y, *Fig. 140, 146* and *149* (usually they are placed only after the coverers having sealed the doubled and under-doubled tiles of the eaves).

Remark. There are several roofs very well inclinated for the water slide away, but whose rafter-feet have been so set, that roof's part resulting of them cannot give to the water free enough flowing; so that the waters reflow between the tiles or slates, principally about the wrinkle whom they form with rafters at its upper-end; what rots timbers, and often spills waters into the lodgings or garrets. The *Fig. 152* and *153* show a method of framing roofs without rafter-feet at the eaves.

There are also other sloping timbers, whose one end sits on the building's corner, and the other is framed with the upper-stop of the king-post. They are called *hips*, on the out-angled corners, s, *Fig. 142;* *valleys*, on the in-angles. These last pieces ought always to have greater bigness than the other diagonal timbers, because they bear some part of weight of shorten joists, which on the contrary prop the hips.

94. Here must be put the names of some other timbers which trim the space between the trusses: the *purlines*, t, *Fig. 146* and *149* (by that simple name, without none adjective, we will understand purlines only set on the principal rafters or hips, without any assemblage: but when, at the oblique joint of two purlines on a hip, a tenon has been reserved in the one of the timbers, to a forked notch made in the other piece, then the practisers call *crowned purlines* the pieces in such manner framed); the purlines assembled with tenons and mortises into the hips and principal rafters are called *framed purlines* (the rafters from 18 at 20 feet in length must have two running-purlines, and three from 21 at 24 feet); the *ridge-purlines*, z, *Fig. 140* and *146*, framed into the king-pos't top. The *under-ridge-purlines* are framed into the lower parts for

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blées aux sommets des poinçons. Les *sous-faîtes* sont ceux qu'on assemble aux parties inférieures, pour empêcher le mouvement; ce que les ouvriers appellent, par une sorte de contre-phrase, *maintenir le roulement:* on assemble entre ces deux sortes de faîtages des *liens* ou *croix de Saint-André.*

Nous classerons le surplus des dénominations particulières des autres pièces des fermes dans chacune des sortes de combles et de voûtes où elles sont le plus usuellement appliquées.

95. Pour tracer l'étalon qui doit servir à établir et couper les bois d'un comble, il faut connaître les dimensions des murs d'enceinte, et les vides qui y ont été réservés, comme baies de croisées ou de portes, et aussi, dans certains cas, les murs ou cloisons de refend. Ordinairement les cotes des plans donnent toutes les dimensions nécessaires pour tailler la charpente; mais, si le charpentier, pour sa satisfaction, veut les vérifier, il n'est pas même nécessaire, pour cette opération, que les murs soient entièrement élevés.

Il est aussi des moyens fort simples de vérifier les angles linéaires que forment les murs. Si l'angle A, *Fig. 154,* est droit, par exemple, on portera sur l'un des murs, de A en B, 3 toises, dont le carré sera 9; et sur l'autre mur, de A en C, 4 toises, dont le carré sera 16 : réunissant ces deux carrés, on aura 25. Si l'hypoténuse B C se trouve être de 5 toises, son carré sera aussi 25 : ce qui prouvera que l'angle est droit; car il est démontré en géométrie que le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des deux autres côtés du triangle rectangle.

96. Lorsque les murs ne sont pas disposés à angle droit, le procédé pour les connaître et les transporter sur l'aire destinée à l'étalon différera peu : car si, comme ci-dessus, *Fig. 155,* on porte sur un des murs 3 toises de a en b, 4 sur l'autre de a en c, et que le troisième côté du triangle a b c se trouve être de 5 toises 2 pieds 9 pouces, il est certain qu'après avoir tracé sur l'aire de l'étalon un des côtés de 4 toises, si d'un point extrême, a, de cette ligne, et avec un rayon égal à 3 toises, on trace un petit arc *d e*, et que du point b, aussi comme centre, et avec un rayon de 5 toises 2 pieds 9 pouces, on trace un autre arc *f g*, on aura le point sécant c, par lequel menant les droites c a et c b, on a un triangle égal à l'original, et par conséquent l'angle c a b aussi égal à celui que forment les deux murs.

97. Les dimensions et les angles de la base étant connus, il reste encore à déterminer l'inclinaison [la pente] que doivent avoir les surfaces de la couverture, soit en tuiles, soit en ardoises.

Voici la règle générale que donne l'auteur de *l'Art de bâtir,* et qui paraît la meilleure à suivre vers le milieu des zones tempérées.

Du nombre de degrés de la latitude du lieu où est situé le bâtiment, retranchez les 23° 28′ du tropique : le reste sera l'inclinaison que doit avoir le toit, mais couvert en tuiles creuses. Comme à Paris l'usage est de couvrir en tuiles plates ou en ardoises, il modifie la règle générale en ajoutant au reste 1/3 pour la tuile, et 1/4 pour l'ardoise; ce qui donne l'opération numérique suivante :

Giebelfetten, z, *Fig. 140* und *146*, sind diejenigen, welche in das obere Ende der Giebelsäulen eingebunden sind. Um mehrerer Festigkeit Willen werden in die untern Enden der Giebelsäulen Büge eingesetzt. Der Raum zwischen diesen Hölzern wird durch *Kreuzbüge* ausgefüllt.

Was die übrigen Hölzer anbetrifft, so wollen wir die Benennungen derselben bei den besondern Arten von Dächern und Gewölben, wo solche am häufigsten angewendet werden, einzeln anführen und beschreiben.

95. Wenn die Lehre nach welcher die verschiedenen Hölzer angelegt und geschnitten werden, gehörig gezeichnet werden soll, so muss man zuvörderst den Umfang der äussern Mauern, nebst den darin gelassenen Oeffnungen, als Thüren, Fenster, kennen; so wie auch ferner in gewissen Fällen die inneren Scheidewände ebenfalls mit berücksichtigt werden müssen. Gewöhnlich geben schon die in den Grundrissen enthaltenen Caractere die zur Behauung der Hölzer erforderlichen Dimensionen an. Und will sich der Zimmermann durch eigene Untersuchung von der Richtigkeit derselben überzeugen, so ist es dabei selbst nicht einmal nöthig, dass die Mauern bis zu ihrer völligen Höhe aufgeführt sind.

Auch giebt es ferner sehr einfache Mittel, wodurch die geometrischen Winkel, welche die Mauern bilden, bestimmt werden können. Ist A, *Fig. 154,* z. B. ein rechter Winkel, so trägt man auf die eine der Mauern von A nach B, 3 Toisen, deren Quadrat 9 seyn wird; und auf die andere Mauer von A nach C, 4 Toisen, deren Quadrat 16 seyn wird : vereinigt man diese beiden Quadrate, so erhält man 25. Enthält die Hypothenuse B C 5 Toisen, so wird das Quadrat derselben ebenfalls 25 seyn; daraus ergiebt sich, dass der Winkel ein rechter ist; denn es ist in der Geometrie bewiesen, dass das Quadrat der Hypothenuse der Summe der Quadrate der beiden andern Seiten des rechtwinkeligen Dreiecks gleich ist.

96. Sind die Mauern nicht rechtwinkelig angeordnet, so ist die Verfahrungsweise wodurch man die vorhandenen Winkel ausmittelt und auf den Flächeninhalt der Lehre überträgt, wenig unterschieden; denn wenn man gleichergestalt in *Fig. 155,* auf eine der Mauern 3 Toisen von a nach b trägt, und 4 Toisen von a nach c; und wenn ferner die dritte Seite des Triangels a b c, 5 Toisen 2 Fuss 9 Zoll enthält, so wird, wenn man zuvörderst auf dem Flächeninhalte der Lehre eine der Seiten von 4 Toisen zeichnet, und sodann aus einem Endpunkte a, dieser Linie, und mit einem Radius, welcher 3 Toisen gleich ist, einen kleinen Bogen *d e* zieht, und wenn man ferner aus dem Punkte b als Centrum, und mit einem Radius von 5 Toisen 2 Fuss 9 Zoll, einen andern Bogen *f g* beschreibt, so wird man den Durchschneidungspunkt c erhalten; zieht man durch denselben die geraden Linien c a und c b, so erhält man einen dem Originaltriangel gleichen Triangel, so dass der Winkel c a b gleich ist demjenigen, welchen die beiden Mauern bilden.

97. Nachdem man die Dimensionen und die Winkel der Basis kennt, so kommt es noch auf die Ausmittelung des Abhanges an, den die mit Ziegeln oder Schiefer gedeckten Dachflächen haben müssen.

Wir geben hier die allgemeine Regel an, welche der Verfasser des Werkes, betittelt *die Kunst zu bauen,* disfalls aufstellt, und deren Befolgung in der Mitte der gemässigten Zonen den Vorzug zu verdienen scheint.

Man ziehe von den Breitengraden, in welchen sich der Ort wo gebaut wird befindet, die 23°, 28′ ab, welche der Wendekreis vom Aequator entfernt ist; das was übrig bleibt wird der Abhang seyn, den ein mit Hohlziegeln gedecktes Dach erhalten muss. Da man in Paris die Dächer mit flachen Ziegeln oder Schiefer zu decken pflegt, so modificirt der Verfasser seine allgemeine Regel dadurch, dass er bei den flachen Ziegeln 1/3, und bei dem Schiefer 1/4 zu dem was übrig bleibt hinzufügt; wodurch folgende Berechnung herauskommt :

keeping the whole timber-work from jogging (the french practisers say, with a counter-phrase, *to keep the jogging*) : between those two kinds of ridge purlines, braces are framed in a *Saint-Andrew's* cross.

The other particular denominations shall be explained in every kind of roofs or vaults wherein these timbers are commonly used.

95. To trace the draught which is to establish and cut the roof's timbers, it needs to know the measures of the out-walls, and of the voids reserved in, as the gapings for windows or doors, and also, in many cases, the partition-walls. Ordinarily the numbers annexed to the plan show all the dimensions necessary for cutting the whole timber-work; but, if the carpenter wishes verify them, he can easily to do without the walls ever being entirely built.

There are also very simple methods to verify the angles formed by the walls. Let be the straight angle A, *Fig. 154,* for example, set on one of the walls, from A at B, 3 fathoms, whose square is 9; and on the other, from A at C, 4 fathoms, whose square is 16 : there two squares being added together shall be 25. Then, if the hypotenuse BC is 5 fathoms in length, its square is like 25; and we shall be assured that these walls are right-angled, since it is geometrically demonstrated that hypotenuse's square is equal to the sum of the squares of the right-angled triangle's other sides.

96. When the walls don't be right-angled, the method differs few for knowing the angle they form, and bringing it on the ground choiced for the draught : for, as here above, *Fig. 155,* after having brought on one of the walls 3 fathoms from a at b, and 4 on the other from a at c, if the third side of the triangle a b c should be 5 fath. 2 feet and 9 inches in length, let us draw in the plan a straight 3 fath. in length a b; then, from its extremities as centers, and respectively with rays 4 fath. and 5 fath. 2 feet 9 inches, trace two short arcs intersecting *d e, f g;* the straights c a, c b, shall produce a triangle equal to the original given; and consequently the angle c a b shall be quite equal to one seated into the building's walls.

97. Being the measures and angles of the basis exactly known, one needs only now to determinate the inclination or shelving of the surfaces of covering either with tiles or slates.

Here is the general rule given by the author of *l'Art de bâtir,* and which appears the better to be applied about the middle of the zones temperated.

From the number of the degrees of the given ground's latitude, take off 23° 28′, viz, the tropical latitude : the rest shall be the suitable roof's shelving, if it shall be covered with hollow tiles; but, when it shall be covered with flat tiles, you must add 1/3 to the rest, and 1/4, if with slates.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La latitude de Paris étant de	48° 51′
Otez ceux du tropique	23. 28.
Reste pour une couverture en tuiles creuses.	25° 23′
Pour la couverture en tuiles plates, ajoutez 1/3..	8. 27. 2/3.
Pente pour la tuile plate	33° 51′ 2/3.
Même reste	25° 23′
Pour la couverture en ardoises, ajoutez 1/4	6. 20. 3/4.
Pente pour l'ardoise	31° 43′ 3/4.

98. Pour donner aux démonstrations du trait ou tracé des étalons une conduite régulière et éviter la confusion, nous nommerons *descriptions horizontales* les plans *Fig. 137, 138, 143, 144, 147* et *150;* et *descriptions verticales,* les élévations *Fig. 139 et 145;* réservant le nom de *projection* pour les menus détails, dont l'intelligence est particulièrement fondée sur les propriétés des projections. Mais, avant d'entrer dans cette matière, nous allons faire connaître les noms particuliers les plus usités que les praticiens ont donnés à quelques-unes des lignes du trait, ainsi que les signes abrégés qu'ils ont adoptés pour en simplifier les opérations. Par exemple, *Fig. 156,* une ligne droite comme AE, qui est la vraie *trace* de la base du comble, s'appelle *ligne de trave :* nous la supposerons toujours être au dérasement supérieur de la dernière assise des murs, ou, encore mieux, à la ligne d'égout. L'horizontale SS′, où se terminent supérieurement les deux pentes du comble, est appelée *ligne de couronnement;* celle ss′, passant par l'about du chevron de long-pan à sa commissure supérieure avec le poinçon, est nommée *ligne d'about;* HH se nomme *ligne de gorge,* par la raison contraire; PP′, ZZ′, Y′Y″, *transversales* ou *de niveau* [traversantes]; la ligne CS et les autres lignes verticales, *lignes à plomb;* et les inclinées à cette dernière, *lignes de pente,* et, dans certains cas, *rampantes.* Dans la *Fig. 161,* la ligne *u l* est pareillement une ligne d'about, et *v t′* une ligne de gorge.

La *Fig. 168* contient quelques signes usités : une droite, *p l,* surchargée d'une ligne ondulée, est le signe de *plumée;* les deux petites droites *t u, v x,* croisées à un bout d'un petit parallélogramme, indiquent une *mortaise à faire;* le signe coté *y* s'appelle *rameneret.*

Trait d'une Coupe plus raide que les longs-pans, et sans panne [pavillon carré dans son assemblage] (1).

99. Soit d'abord la description verticale de la ferme adhérente à la croupe, *Fig. 156.* La ligne AE, trace de la base du comble [ligne de trave], a été faite égale à la largeur du bâtiment, mais prise aux paremens extérieurs des murs, et supposée toucher les dérasemens supérieurs; par le point C, milieu de AE, on a élevé la perpendiculaire CS, qui se confond avec l'axe du poinçon; après avoir

(1) Pour donner de la grâce au comble, il faut faire la croupe plus raide que le long-pan. Les écrivains pratiques n'ont indiqué aucun principe à l'appui de cette méthode, ni aucune règle à suivre dans son application : ce n'est que d'après l'éducation qu'ont reçue les praticiens, qu'ils en raisonnent; dans certains cas, on la trouve même ridicule. Par exemple, quand on regarde un bâtiment sur l'angle, l'arête des murs et celle de l'entablement se confondent en une droite, qui ne peut être dans le même alignement que l'arêtier, quand il est dévoyé : l'effet de cet aspect ne peut produire sur les sens du spectateur d'autre impression que celle d'une faute.

Die Breite von Paris beträgt	48° 51′
Davon ziehe man ab die Grade des Wendekreises.	23. 28.
Es bleiben also zu einem mit Hohlziegln gedeckten Dache	25° 23′
Bei einem mit flachen Ziegeln gedeckten Dache füge man hinzu 1/3, also	8. 27. 2/3.
Abhang für ein mit Ziegeln gedecktes Dach.	33° 51′ 2/3.
Der nämliche Ueberrest	25° 23′
Bei einem mit Schiefer gedeckten Dache füge man hinzu 1/4, also	6. 20. 3/4.
Abhang für ein mit Schiefer gedecktes Dach	31° 43′ 3/4.

98. Um die Zeichnung der Lehre regelmässig und ohne Verwirrung ausführen zu können, so wollen wir die Grundrisse in den *Fig. 137, 138, 143, 144, 147* und *150 horizontale Vorstellungen;* und die Aufrisse in *139* und *145 verticale Vorstellungen* nennen; und dabei die kleinern Holzverbindungen, deren Kenntniss vorzüglich auf die Eigenschaften der Projectionen gegründet ist, mit dem Namen *Projection* bezeichnen. Bevor wir aber zur Erklärung dieses Gegenstandes schreiten, wollen wir zuvor sowohl die besondern und gebräuchlichsten Namen, mit welchen man in der Praxis gewisse in den Bauzeichnungen vorkommende Linien bezeichnet, als auch einige abgekürzte Zeichen, welche zur Verminderung der Arbeit dienen, kennen lernen. So z. B. heisst in *Fig. 156 Stuhlwandlinie* eine gerade Linie, wie AE, welche die wahre Vorstellung der Dachbasis ist; wir nehmen an, dass sich solche jederzeit oben auf der flachen Mauer und an der letzten Schicht Steine befindet. Die horizontale Linie SS′, bei welcher sich am Giebel die beiden Dachseiten vereinigen, wird die *Kranzlinie* genannt. Die horizontale Linie ss′, welche durch das Ende des letzten Sparrens, da wo solcher in die Giebelsäule eingebunden ist, hindurchgeht, heisst *die Endlinie.* HH heisst *die Kehllinie* aus dem entgegengesetzten Grunde. PP′, ZZ′, Y′Y″, werden *Quer oder wagerechte Linien* genannt. Die Linie CS, nebst den andern verticalen Linien heissen *senkrechte Linien;* die gegen diese letztere geneigten Linien werden *Abhanglinien,* und in gewissen Fällen *abschüssige Linien* genannt. In der *Fig. 161* ist die Linie *u l* ebenfalls eine *Endlinie,* und *v t′* eine Kehllinie.

In der *Fig. 168* sind einige am häufigsten vorkommende Zeichen enthalten. Eine gerade Linie *p l,* welche die Windungen einer Wellenlinie anzeigt, ist das Zeichen einer Auslochung. Die beiden kleinen geraden Linien *tu, vx,* welche sich an dem einen Ende eines kleinen Parallelogramms kreuzen, bezeichnen ein zu machendes Zapfenloch; das Zeichen *y* bedeutet die Linie, vermittelst welcher die Länge des Gradsparrens bestimmt wird.

Zeichnung eines Walmens ohne Fette, welcher steiler ist als die langen Dachseiten [in seiner Zusammensetzung ein viereckiger Pavillon] (1).

99. Verticale Vorstellung oder Aufriss des an den Walmen anstossenden Binders, *Fig. 156.* Die Linie AE, welche die Vorstellung der Dachbasis [Stuhlwandlinie] ist, hat die Breite des Gebäudes erhalten, und ist an den äussern Seiten der Mauern genommen worden, wobei zugleich angenommen wird, dass sie die obere Fläche der Mauern berührt; durch den Punkt C, der Mitte von AE, ist die

(1) Soll sich das Dach unter einer angenehmen Gestalt darstellen, so muss der Walmen einen steilern Abhang haben als die langen Dachseiten. Kein einziger practischer Schriftsteller hat Grundsätze zu Gunsten dieser Methode aufgestellt, oder Regeln angegeben, welche bei der Anwendung derselben befolgt werden könnten. Das Urtheil, welches die Baukundigen darüber fällen, ist gewöhnlich eine Folge der Grundsätze, nach denen sie ihre Kunst erlernt haben : ja in gewissen Fällen finden sie diese Methode wohl gar lächerlich. Betrachtet man z. B. ein Gebäude seinem Winkel nach, so verschmilzt sich die Kante der Mauern mit der des Gesimses in eine gerade Linie welche nicht in derselben Richtung seyn kann, als der Ecksparren, wenn er seitwärts gewendet ist; der Eindruck, den ein solcher Anblick auf den Beobachter machen muss, kann kein anderer seyn als der, den ein begangener Fehler veranlasst.

The latitude of Paris being	48° 51′
Take off the ones of the tropic	23. 28.
It remains for a covering with hollow tiles,	25° 23′
Add 1/3 for the covering with flat tiles	8. 27. 2/3.
Right shelving for the flat tiles	33° 51′ 2/3.
To the same rest	25° 23′
Add 1/4 for the covering with slates	6. 20. 3/4.
Right shelving for the slates	31° 43′ 3/4.

98. In order to avoid the confusion, and direct in a regular manner the demonstrations of drawing or tracing in a large plan, we will call *horizontal descriptions* the plans *Fig. 137, 138, 143, 144, 147* and *150;* and *vertical descriptions,* the front-views or side-views *Fig. 139* and *145 :* reserving the name of *projection* for small details, whose understanding is specially founded on the projecting's properties. But forthwith we will explain the particular names more much used, whom the practisers have given some draught's lines, and the abbreviated signs they have adopted on purpose to facilitate the tracing's operations. For instance, a straight, as AE, *Fig. 156,* which is the real trace of the roof's basis, is named *base-line* or *trave-line :* we always will suppose it be on the upper-levelness of the last lay of stones, and, even better, at the dropping of the eaves. The horizontal SS′, wherein end aloft the two roof's panes, is said *crown-line,* or *ridge-line;* the level straight brought along the acuted edges of the upper-joints of the side's rafters with the king-post, is called *buttment-line,* ss′; and HH, for the contrary, *neck-line;* PP′, ZZ′, Y′Y″, *transverse-lines* or *level-lines;* CS and the other vertical straights, *vertical-lines,* and abusively, *level-lines;* the inclinated straights with regard to the level, *shelving-lines,* and at once *crawling-lines.* In the *Fig. 161,* it is alike *u l* buttment-line, and *v t′* neck-line.

The *Fig. 168* shows some signs very used : a straight, *p l,* overloaden by watered line, is the mark of the first face which has been made straight in a rough timber as a size for all the others; two small lines *tu, vx,* crossed at the end of a small parallelogram, show a mortise to be made; the sign quoted *y* is put at a known distance (1 foot) of the end of a timber which is to be assembled with another, for its cut be advanced or recoiled, with regard to this mark, accordingly to the defects of the other piece.

Draught of an end steeper than the sides, and without any purlines (1).

99. Let be, *Fig. 156,* the vertical description of the side's truss. The base-line AE, the trace of the roof's basis, have been made equal to the building's breadth, taken from out to out, and at the upper-levelness of the walls; the perpendicular CS, drawn through the middle point C of AE, shows the king-post's axis; after having settled on S the height [top] of the roof, draw the two shelving lines

(1) To give prettiness to a roofing work, say the builders, needs the end be steeper than the sides. The writers of practice did not appoint any principle to prop such method, never rule to be applied in its execution : it is only by prejudge resulting of the teaching's used mode, that the practisers speak so; even sometimes it appears ridiculous. For instance, when one looks for a building on the angle, the edge of the walls and the one of the entablature come together in a straight, whilst the roof's edge deviates from that line; what produces necessarily in senses of the lookers the impression of a builder's error.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fixé en S la hauteur [le couronnement] du comble, on a tracé ses deux inclinaisons [pentes] SF, SK, et leurs parallèles GH, IJ, qui déterminent les deux faces verticales des chevrons de long-pan; les lignes LM, NO, déterminent la place de l'entrait; la face du poinçon P est semblable à celle du plan; sur le dérasement supérieur, on voit en coupe les quatre plates-formes Q, Q, Q, Q, deux des faces verticales des entre-toises R, R, et deux des faces verticales des blochets T, T; les jambettes U, U, sont ici inclinées, afin de ne pas pousser au vide. Quelquefois c'est l'usage qu'on veut faire du vide du comble, qui détermine l'inclinaison des jambettes; c'est aussi ce même motif qui guide dans certains cas le conducteur des travaux, pour régler l'inclinaison des esseliers V, V. La parfaite direction des esseliers V, V, et des contre-fiches X, X, que montre cette figure, n'étant pas un principe constant, on ne l'observera que dans les cas possibles.

Description horizontale, Fig. 157.

100. La disposition de cette figure est telle, que la ligne *AE* est la projection horizontale de la ligne milieu de la ferme; son point milieu, *C,* la projection de l'axe du poinçon, et le carré qui l'entoure est sa grosseur; *AB* et *DE* sont les épaisseurs des murs du long-pan; la ligne *HC* est la projection horizontale de la ligne milieu du chevron de croupe, et *FC,* celle de l'arête supérieure de l'arêtier; *BL, DJ,* sont les traces des nus intérieurs des murs, sous les faces des longs-pans; et à cause que l'arêtier est dévoyé, la ligne *LJ* sera la trace de la face intérieure ou apparente de la plate-forme, et non celle du nu intérieur du mur de croupe, s'il a été fait de même épaisseur que ceux du long-pan. La même figure montre aussi le plan des plates-formes *Q, Q;* des blochets *T, T;* la description horizontale de l'enrayure, celle de l'arêtier, des chevrons et des empanons.

101. Si la croupe avait la même pente que le long-pan, la projection de l'arête supérieure de l'arêtier ferait un angle de 45 degrés avec chacun des deux murs; les délardemens nécessaires pour former cette arête au milieu de la face supérieure de l'arêtier, enleveraient autant à chacune des deux faces verticales de l'arêtier, qui resteraient ainsi de même largeur après les délardemens faits, de même que les deux plates-formes seraient aussi d'égale largeur, en sorte que les mêmes bois employés pour empanons, soit de croupe, soit de long-pan, qui auraient les mêmes coupes d'about, parce qu'ils auraient même pente, araseraient également soit avec les deux plates-formes, soit avec les deux faces verticales de l'arêtier.

Mais, lorsque la croupe est plus raide que le long-pan, comme dans cet exemple, si l'on plaçait la ligne d'arête au milieu de la face supérieure de l'arêtier dans le même plan vertical de l'axe du parallélipipède qui forme son volume, les délardemens nécessaires pour former l'arête mordraient plus sur la face verticale qui est sous la croupe, que sur celle qui est sous le long-pan, en sorte qu'il en resterait moins de largeur sous la croupe que sous le long-pan; et, quoiqu'on soit obligé d'employer des bois moins larges pour les empanons de la croupe que pour ceux du long-pan, comme la coupe supérieure d'about des premiers est plus oblique que celle des seconds, parce qu'ils ont plus de raide, il ne serait pas possible de les faire araser avec la face inférieure de l'arêtier, et ils déborderaient en-dessous.

102. On est donc forcé de placer l'arête supé-

Perpendicularlinie CS aufgerichtet worden, welche sich mit der Giebelsäulenaxe verschmilzt; nachdem man bei S die Höhe des Daches festgestellt hat, so sind die beiden Abhängedesselben, SF, SK, nebst ihren Parallellinien GH, IJ, welche die beiden verticalen Flächen der Sparren angeben, gezeichnet worden. Die Linien LM, NO, bestimmen den Ort, wo der Spannriegel eingesetzt wird; die Fläche der Giebelsäule P, ist gleich der Grundrissfläche; auf der obern Fläche der Mauer sieht man im Durchschnitte die vier Mauerlatten Q, Q, Q, Q; zwei von den verticalen Flächen der Querriegel R, R, und zwei von den verticalen Flächen der Stichbalken T, T. Die Stützhölzer U, U, sind hier schräg gestellt, damit der Binder nicht ausweichen kann. Bisweilen bestimmt der Gebrauch, den man von dem Dachraume machen will, die Neigung der Stützhölzer; bei den Jagdbändern VV, ist es bisweilen der nämliche Fall. Da die gehörige Richtung der Jagdbänder V, V, und der Streben X, X, bloss von Umständen abhängt, so wird man sie, wie solche in der Figur vorgestellt ist, bloss in ähnlichen Fällen beobachten.

Horizontale Vorstellung oder Grundriss, Fig. 157.

100. Der Anordnung dieser Figur zufolge, ist die Linie *AE* die horizontale Projection der Mittellinie des Dachstuhls. Ihr Mittelpunkt *C,* ist die Projection der Giebelsäulenaxe; das darum befindliche Viereck zeigt die Dicke derselben; *AB* und *DE* stellen die Dicke der äussern Mauern vor; die Linie *HC* ist die horizontale Projection der Mittellinie am Walmensparren, und *FC* die der obern Kante am Gradsparren; *BL, DJ,* sind die Vorstellungen der innern flachen Mauer unter den langen Dachseiten; und da der Ecksparren seitwärts gewendet ist, so ist die Linie *LJ* nicht die Vorstellung der innern flachen Walmenmauer, sondern die der innern oder sichtbaren Fläche der Mauerlatte, wenn jene die nämliche Dicke hat wie die Mauern der langen Dachseiten. Die nämliche Figur zeigt auch noch die Ansicht der Mauerlatten *Q, Q;* der Stichbalken *T, T;* den Grundriss des Gebälkes, den des Ecksparrens, der Sparren und Schiftsparren.

101. Hätte der Walmen die nämliche Neigung wie die langen Dachseiten, so würde die Vorstellung der obern Gradsparrenkante mit jeder der zwei Mauern einen Winkel von 45 Graden bilden; würde nun diese Kante in der Mitte der obern Fläche des Gradsparrens angelegt, so nähme das Behauen derselben eben so viel Holz an jeder verticalen Fläche des Gradsparrens weg; so dass diese Flächen nach dem Behauen die nämliche Breite behielten; auch würden die beiden Mauerlatten ebenfalls eine gleiche Breite erhalten, so dass die nämlichen Hölzer, welche entweder bei dem Walmen oder den langen Dachseiten als Schiftsparren angewendet würden, und die nämlichen Endschnitte hätten, weil ihr Abhang der nämliche wäre, entweder mit den beiden Mauerlatten oder mit den beiden verticalen Gradsparrenflächen eine übereinstimmende Richtung erhalten müssten.

Setzte man aber, wenn, wie in diesem Falle, der Walmen steiler ist als die langen Dachseiten, die Kantenlinie in die Mitte der obern Fläche des Gradsparrens, und in den nämlichen verticalen Axenplan des Parallelipipedi, welches dessen Umfang bildet; so würde das Behauen der Kante mehr Holz an der verticalen Fläche, welche sich unter dem Walmen befindet, als an der, welche unter der langen Dachseite ist, wegnehmen; so dass also unter dem Walmen nicht so viel Breite bliebe als unter der langen Dachseite. Und ohnerachtet es die Nothwendigkeit erfordert, dass man zu den Schiftsparren des Walmens nicht so breite Hölzer anwendet, als zu den der langen Dachseiten; so würde es, da der obere Endschnitt der erstern schräger ist als der der zweiten, unmöglich seyn, dass sie mit der untern Fläche des Gradsparrens gleichförmig geschnitten werden könnten, und sie würden von unten hervorragen.

102. Die obere Kante des Gradsparrens muss

SF, SK, and theirs parallel GH, IJ, showing the vertical faces of the side's rafters: the horizontal straights LM, NO, show the sit and big of the collar; the face of the king-post P is like to its big in the plan: on the base-line are seen the cuts of the four wall-plates Q, Q, Q, Q; the vertical faces of the two stretching-pieces R, R, and of the hammer-beams T, T: the ashleers U, U, are here inclinated for propping more strengthly; their shelving, as well as the inclination of the braces V, V, is sometimes determinated by the destination of the roof's width. The quite same direction of the braces V, V, and struts X, X, shown in this figure, doing not be an invariable principle, it will be observed only in the possible cases.

Horizontal Description, Fig. 157.

100. The straight line *AE* is the horizontal projection of the truss's middle line; the middle point of it, *C,* is the projection of the king-post's axis, and the square surrounding it shows its bigness; *AB* and *DE* show the depth of the side-walls; the straight *HC* is the horizontal projection of the middle line of the end's rafter, and *FC,* that one of hip's upper-edge; *BL, DJ,* are the interior traces of the side-walls; and, hip being deviated, *LJ* is the trace of the interior face of the wall-plate, and no the one of the end-wall's face, if this latter has been made as deep as the side-wall. The same figure shows also the plans of the wall-plates *Q, Q;* hammer-beams *T, T;* hip, rafters, shorted rafters, furrows.

101. When the end and the sides of a roof are quite equally inclinated, the projection of the hip's upper-edge would make an angle of 45 degrees with the walls; the shavings necessary for fashioning that edge in middle ways on the timber's upper-face, take off as much as to the both vertical faces of it, and these faces remain quite equally broad, just as the both wall-plates: thus the same scantlings timbers can be used either to the end, or to the sides, as rafters; the same cuts, or aloft, or as heel, are quite suitable for the rafters exactly levelling either with the wall-plates, or with the king-post, or the hip, or ridge-purlines.

But, when the end is steeper than the sides, as in this case, if the upper-edge would be seated in the middle-line of the hip's surface in the vertical plan passing along the axis of the bulk, the shavings could take off more on the side of the end than on the other side; the vertical hip's face towards the side would rest broader than that one towards the end; then, although less broad timbers must be employed as shorted rafters to the end than to the sides, as the upper-cut ought to be more oblique in the first ones, since they are steeper, they cannot level with the hip's inferior face, and get out necessarily.

102. Thus it is necessary to seat the upper-edge

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieure de l'arêtier hors du plan vertical de son axe; et voici le procédé qu'on emploie pour cela. Dans la *Fig. 161*, *a c*, *b d*, montrent l'épaisseur du mur de long-pan; *e f*, la projection horizontale de l'arête supérieure de l'arêtier. Au point *f*, on trace *f j*, perpendiculaire à *f e*; on porte sur *f j*, de *f* en *k*, l'épaisseur de l'arêtier; du point *k*, on trace *k l*, perpendiculaire à la ligne d'about *u f*; puis du point *l* la droite *l m*, parallèle à *f k*; par les points *l* et *m* on trace *l o* et *m n*, parallèles à la ligne d'arête *f e*, et ces dernières sont les traces des faces verticales de l'arêtier. Cette opération s'appelle *dévoyer l'arêtier en plan.*

Il résulte de cette construction que les faces verticales qui restent du volume primitif de l'arêtier, sont d'une égale largeur, en sorte que les deux sortes d'empanons, que l'on prend de largeurs différentes pour araser avec les deux plates-formes, chacune d'après son degré de pente et d'après la largeur de sa plate-forme, arasent aussi avec les faces de l'arêtier, auxquelles elles doivent être juxta-posées.

103. Les descriptions verticales de la demi-ferme de croupe, *Fig. 158*, et de l'arêtier, *Fig. 159*, montrent de même une des faces verticales de chacune des pièces qui les composent : la droite *H C*, *Fig. 157*, étant la projection horizontale de la ligne milieu de la ferme de la croupe, on a placé ladite ferme rabattue sur elle, mais au dehors de la description horizontale : l'arêtier, *Fig. 159*, est de même rabattu sur le plan de sa projection horizontale, qui est *F C*, *Fig. 157*.

Les entraits, aux trois figures, sont compris entre parallèles horizontales à égale hauteur au-dessus de la base du comble, ainsi que les autres pièces des enrayures, quel qu'en soit le nombre, quand même elles ne serviraient pas de plancher. On peut donc considérer les enrayures comme des plans qui divisent en tronçons la pyramide droite ou oblique que forme le comble; et les périmètres de tous ces plans auront la même forme que la base de la pyramide. C'est d'après ce principe que les praticiens réussissent en opérant par des lignes transversales [traversantes], mais qu'on ne peut considérer que comme des hauteurs qui seraient prises de la base du comble à un point des lignes du lattis ou de l'axe du poinçon de la ferme primitive. Par exemple, si l'on prolonge la droite B Y de la jambette, *Fig. 156*, jusqu'à ce qu'elle rencontre celle du lattis F S, on aura le point Z' et une horizontale Z' Z'': si de même on prolonge celle de l'esselier & Z jusqu'à celle du lattis, on aura le point Y', et la traversante Y' Y''. Si l'on reporte successivement les hauteurs C Y'', C Z', C &, 1.° de c en y, en *z* et *&*, *Fig. 158*, et que, par les points y, *z*, on mène des parallèles à c a, on aura, sur la ligne de lattis f s du chevron de croupe, les points y' *z'*, qui, avec celui &, serviront à tracer dans cette figure la jambette et l'esselier : on procédera de même pour la contre-fiche x. 2.° Faisant la même opération à la *Fig. 159*, on aura aussi les points y', z', p', sur la projection verticale de l'arêtier, qui donnent en cette figure les lignes *b* y de la jambette, z & de l'esselier, et & p' de la contre-fiche. L'intelligence de ce que nous venons d'exposer va encore être confirmée au moyen des *Fig. 160*, *161*, *162*, *163*, *164*, *165*, *166* et *167*, qui sont des copies des descriptions précédentes, mais dessinées plus en grand, pour en faire voir tous les détails particuliers.

104. Dans la *Fig. 160*, la ligne *a b* est la trace du dérasement supérieur du mur de long-pan; les plates-formes *c*, *d* sont vues en coupe sur le dérasement; on y voit aussi une des faces verticales *e* de l'entretoise, *f* du blochet, *q* du chevron de

diesem zufolge ausserhalb des verticalen Planes seiner Axe festgesetzt werden; wobei man folgendergestalt verfährt : In der *Fig. 161* zeigen *a c*, *b d* die Dicke der Mauer an der langen Dachseite; *e f* die horizontale Ansicht der obern Kante des Gradsparrens. Bei dem Punkte *f* zieht man *f j*, mit *f e* perpendicular; man trägt auf *f j*, von *f* nach *k* die Dicke des Gradsparrens; aus dem Punkte *k*, zieht man *k l*, mit der Endlinie *u f* perpendicular; zieht ferner aus dem Punkte *l*, die gerade Linie *l m*, mit *f k* parallel; durch die Punkte *l* und *m*, zieht man *l o* und *m n* mit der Kantenlinie *f e* parallel; worauf diese letztern Linien die Vorstellungen zu den verticalen Flächen des Gradsparrens sind : diese Operation heisst den Gradsparren seitwärts wenden.

Die solchergestalt geschehene Anordnung hat die Folge, dass die verticalen Flächen, welche von dem vorigen Umfange des Ecksparrens übrig bleiben, gleichmässig breit sind; so dass die beiden Arten von Schiftsparren, welche von ungleicher Breite genommen werden, damit sie mit den beiden Mauerlatten eine übereinstimmende Richtung erhalten, und zwar ein jeder sowohl nach dem Grade seiner Neigung als auch nach der Breite seiner Mauerlatte, diese Schiftsparren erhalten auch mit den Flächen des Gradsparrens, auf welchen sie aufgesetzt werden, eine übereinstimmende Richtung.

103. Der Aufriss des halben Walmenbundes, *Fig. 158*, und des Gradsparrens, *Fig. 159*, zeigen ebenfalls eine von den verticalen Flächen der mit ihnen verbundenen Hölzer. Da die gerade Linie *H C*, *Fig. 157*, die Mittellinie des Walmenbinders in horizontaler Richtung darstellt, so hat man diesen Binder ausserhalb des Grundrisses auf die gedachte Linie umgelegt. Der Ecksparren in *Fig. 159* ist ebenfalls auf seinen Grundriss *F C*, *Fig. 157*, umgelegt worden.

Die Spannriegel in den drei Figuren stehen zwischen horizontalen Parallellinien in gleicher Höhe über der Dachbasis, so wie alle übrige Hölzer, welche zu dem Gebälke gehören, oder nicht dazu gehören. Man kann folglich die Gebälke als Grundrisse ansehen, welche die von dem Dachstuhle gebildete gerade oder schräge Pyramide in Stücke zertheilen, so dass der Umfang eines jeden Grundrisses dieselbe Gestalt haben wird, wie die Basis der Pyramide. Diese Grundsätze werden in der Praxis bei den Operationen zum Grunde gelegt, wobei Zwerchlinien angewendet werden, welche man aber bloss als Höhen betrachten kann, die von der Dachgrundfläche bis zu einem an den Lattenlinien oder an der Giebelsäulenaxe befindlichen Punkte genommen werden. Verlängert man z. B. die gerade Linie B Y des Stützholzes, *Fig. 156*, bis sie die Lattenlinie F S berührt, so wird man den Punkt Z' und eine Zwerchlinie Z' Z'' erhalten. Verlängert man gleichergestalt die Linie des Jagdbandes & Z, bis zur Lattenlinie, so erhält man den Punkt Y' und die schräge Linie Y' Y''. Trägt man nach und nach die Höhen C Y'', C Z', C &, von c nach y, nach *z* und nach *&*, *Fig. 158*, und zieht durch die Punkte y, *z*, Parallellinien mit c a, so erhält man auf der Lattenlinie f s, des Walmensparrens die Punkte y', *z'*, vermittelst welcher nebst & das Stützholz und Jagdband in dieser Figur gezeichnet werden kann. Bei der Strebe x, verfährt man auf die nämliche Weise. Wiederholt man die nämliche Operation in der *Fig. 159*, so erhält man auf der verticalen Projection des Gradsparrens die Punkte y', z', p', welche daselbst die Linie *b* y für das Stützholz, z & für das Jagdband, & und p' für die Strebe geben. Das was wir hier vorgetragen haben, bestätigt sich durch die *Fig. 160*, *161*, *162*, *163*, *164*, *165*, *166* und *167*, in welchen die so eben beschriebenen Vorstellungen wiederholt, und nach einem grössern Maasstabe gezeichnet sind, so dass sie die vorzüglichsten Verbindungen umständlich darstellen.

104. Die Linie *a b* ist in *Fig. 160* die Vorstellung der obern flachen Mauer an der langen Dachseite, die Mauerlatten *c*, *d*, sind daselbst im Durchschnitte zu sehen; auch sieht man daselbst eine von den verticalen Flächen des Querriegels *e*; ferner des

of hip outing from the vertical plan of the hip's bulk's axis; and this is the method used for it. In the *Fig. 161*, *a c*, *b d*, show the breadth of the side's walls; *e f*, the horizontal projection of the hip's upper-edge. Through the point *f*, draw *f j* perpendicular to *f e*; bring on *f j*, from *f* at *k*, the hip's breadth; through the point *k*, draw *k l* perpendicular to the buttment-line *u f*; and through the point *l*, the straight *l m*, parallel to *f k* : *l o* and *m n*, drawn through *l* and *m* parallely to edge-line *f e*, shall be the traces of the two hip's vertical faces. That construction is called *deviating of the hip.*

It results of it that the both vertical faces which remain after shaving the primitive bulk of hip, are equally broad; so that the two kinds of shorten rafters, which are taken different in breadth to level with two kinds of wall-plates, accordingly to own shelving of each, level also with the vertical faces of the hip, to which they ought to be lain upwards.

103. The vertical descriptions of the half-truss of the end, *Fig. 158*, and of the hip, *Fig. 159*, show too a vertical face of every timbers which compose them : *H C*, *Fig. 157*, being the horizontal projection of the middle line of the end's truss, this truss has been pulled down on it, but abroad the horizontal description : the hip, *Fig. 159*, is alike on the horizontal plan by turning round the edge-line, *F C*, of the *Fig. 157*.

In those three figures, the collars are seated between parallels whose each is at the same height above the line-base, as well as every the other timbers of the furrows, in whatever number they would be, even not used for flooring. Thus the furrows can be looked on as plans dividing into many stumps the roofing pyramid, either right or slope; and the outlines of those all sections shall have their shape quite alike to the base of the whole pyramid. Consequently to this principle, the practisers succeed by operating on transverse-lines, which ought to be looked on as some heights taken from the line-base in primitive truss at determinated points, either of the lathing, or of the king-post's axis. Let be, for instance, *Fig. 156*, B Y the ashleer line lengthened until it meets the lathing's line S F; their intersection Z' will determinate a transverse line Z' Z'': in the same manner, the line & Z of the brace, by meeting the lathing's line at the point Y', give the transverse-line Y' Y''. The heights C Y'', C Z', C &, being brought successively, 1.^{rst} *Fig. 158*, from c at y, *z*, *&*, the parallels to c a, drawn through these points, shall give on the lathing's line of the end's rafter, the points y', *z'*, &, which shall be used for tracing in that figure the shapes of the ashleer and brace : the strut x is traced by the same means. 2.^{dly} By drawing in the same manner on the *Fig. 159*, we will have the points y', *z'* and p', on the vertical projection of the hip, and consequently *b* y, the line of the ashleer; z &, of the brace; & p, of the strut. The understanding of those explained all draughts will be corroborated by means of the *Fig. 160*, *161*, *162*, *163*, *164*, *165*, *166* and *167*, which are copies of the preceding descriptions, but in a large scale, to show all particular details of them.

104. The straight *a b*, *Fig. 160*, is the trace of the upper-levelness of the side's wall; the sections of the wall-plates, *c*, *d*, are seen on the levelness; are also there seen a vertical face of the strut *e*, hammer-beam *f*, side's rafter *q*, and its ashleer *h* : the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

long-pan, et h de sa jambette. Les points des abouts et des gorges sont projetés dans la description horizontale, *Fig. 161*, c'est-à-dire, les points i, j et k, l des pieds des chevrons et de la jambette, ainsi que m, about supérieur de ladite jambette.

105. Dans la *Fig. 161*, $a\,c$, $b\,d$, montrent l'épaisseur du mur de long-pan; $e\,f$ est la projection horizontale de l'arête supérieure de l'arêtier : par les points f, t, s, r, q et p de cette dernière, on a mené des parallèles au mur de croupe.

106. La *Fig. 162* montre pour le chevron de croupe et pour sa jambette les mêmes détails que ceux qu'on voit, *Fig. 160*, pour le chevron de long-pan. On voit que les lignes parallèles au mur de croupe, qui ont leur origine aux points p, q, r, s, t et f, *Fig. 161*, ont donné, *Fig. 162*, sur le blochet, les points i, j, pour le pied du chevron de croupe; k, l, pour le pied de la jambette, et m, pour l'about supérieur de ladite jambette.

107. La *Fig. 163* est composée de lignes parallèles et de lignes perpendiculaires à $f\,e$ de la *Fig. 161;* on y voit distinctement, comme aux précédentes, une des faces des pièces qui la composent: nous passerons donc de suite au tracé de l'arêtier. Les perpendiculaires à f, e, élevées des points f et t, ont donné sur le blochet les points i pour l'about de l'arêtier, et j pour sa gorge, origine de l'arête rentrante du recreusement; les perpendiculaires aussi élevées des points t et t' ont donné le point m pour le délardement et m' pour le surbaissement, c'est-à-dire, pour origine de l'arête inférieure de la face verticale. Nous faisons observer que les délardemens ont toujours lieu: on ne peut les éviter, parce qu'ils sont des portions des surfaces des lattis de long-pan et de croupe. Il n'en est pas de même du recreusement; c'est une opération qu'on néglige souvent, et parce qu'elle n'est pas nécessaire dans l'intérieur de tous les combles, et parce qu'en outre elle affaiblit l'arêtier. Les points 1, 2, de l'empanon z, 3, 4 de l'empanon &, aussi élevés perpendiculairement à $f\,e$ de la *Fig. 161*, ont donné sur la face verticale de l'arêtier, *Fig. 163*, les occupations 5, 6, 7, 8, et 9, 10, 11, 12; et dans ces occupations sont tracées les mortaises qui doivent recevoir les tenons. Le procédé que nous venons d'expliquer pour l'arêtier, a été suivi pour la jambette.

Description horizontale des parties de la sommité de la Pyramide.

108. *Fig. 164.* Les lignes $a\,e$, $h\,c$, sont les projections horizontales des lignes milieux des parties supérieures des chevrons de long-pan et de croupe; $f\,c$, $g\,c$, sont celles des arêtes supérieures des arêtiers; le point c est la projection de l'axe du poinçon; et le carré qui l'entoure, marque sa grosseur d'écarrissage. On voit que la trace $v\,i$ de la face de l'arêtier, côté de la croupe, rencontre la trace du chevron de croupe au point i; que par ce point on a tracé la droite $i\,c$, qui est la projection de la commissure des deux morceaux : ce joint est nommé *déjoutement* (et en particulier *déjoutement en tour ronde*). L'autre trace, $u\,q$, de l'arêtier, se prolonge dans une portion de la grosseur du chevron de long-pan, et la trace de commissure se trouve être $q\,o\,n$: on a donné à ce joint le nom de *déjoutement en pavillon;* il est composé de deux surfaces, tandis que le précédent n'en a qu'une. Nous ferons observer que c'est la routine qui conduit à donner la forme brisée au déjoutement en pavillon, et qu'on peut le faire comme l'autre. Cette anticipation est observée pour laisser plus de force à la commissure du chevron avec le poinçon, et rendre égales les deux faces de la coupe recreusée par laquelle l'arêtier doit s'appliquer contre l'arête saillante du poinçon [dégueulement]; mais on obtiendrait

Stichbalkens f; des Sparrens q, und seines Tragholzes h. Die obern und untern Endpunkte sind im Grundrisse *Fig. 161* dargestellt; die Punkte i, j, und k, l, zeigen nämlich das untere Ende der Sparren und des Stützholzes; der Punkt m aber das obere Ende dieses letztern.

105. In *Fig. 161* sieht man bei $a\,c$, $b\,d$, die Dicke der Mauer an der langen Dachseite; $e\,f$ ist die horizontale Vorstellung der obern Gradsparrenkante : durch die an dieser Kante befindlichen Punkte f, t, s, r, q und p sind mit der Walmenmauer parallel gehende Linien gezogen gezogen worden.

106. Die *Fig. 162* zeigt an dem Walmensparren und dessen Tragholze die nämlichen Gegenstände, welche in *Fig. 160* an dem Sparren der langen Dachseite zu sehen sind. Die mit der Walmenmauer parallel gehenden Linien, welche in *Fig. 161* von den Punkten p, q, r, s, t und f ausgehen, haben in *Fig. 162* auf dem Stichbalken die Punkte i, j, für das untere Ende des Walmensparrens; k, l, für das untere Ende des Stützholzes, und m für das obere Ende dieses letztern gegeben.

107. Die *Fig. 163* besteht aus Parallel und Perpendicularlinien mit $f\,e$, *Fig. 161;* gleich den vorigen Figuren, sieht man auch hier die eine Fläche der in dieser Figur enthaltenen Hölzer. Wir können also sogleich zur Beschreibung des Gradsparrens übergehen. Die Perpendicularlinien mit f, e, welche aus den Punkten f und t aufgerichtet worden sind, geben auf dem Stichbalken den Punkt i, an welchem sich der Gradsparren endigt, und den Kehlpunkt j, an welchem die Einschnittskante anfängt. Die aus den Punkten t und t' aufgerichteten Perpendicularlinien geben zum Behauen den Punkt m, und zum Anfange der untern Kante an der verticalen Fläche den Punkt m'. Das Behauen muss jederzeit vorgenommen werden, und lässt sich niemals vermeiden, weil es Theile an den Flächen des an den langen Dachseiten und Walmen befindlichen Lattenwerkes betrifft. Anders aber verhält es sich mit dem Auslochen, indem diese Operation sehr oft unterlassen wird, weil sie bei manchen Dachstühlen nicht nur nicht nothwendig ist, sondern auch den Gradsparren schwächt. Die Punkte 1, 2, des Schiftsparrens z, und 3, 4, des Schiftsparrens &, welche ebenfalls mit $f\,e$, *Fig. 161*, perpendicular aufgerichtet sind, geben auf der verticalen Fläche des Gradsparrens *Fig. 163*, die Stellen 5, 6, 7, 8, und 9, 10, 11, 12, in welche die Zapfenlöcher zu den erforderlichen Zapfen eingelocht werden. Das nämliche Verfahren, welches wir in Betreff des Gradsparrens beschrieben haben, ist auch bei dem Stützholze angewendet worden.

Grundriss der obern Theile der Pyramide.

108. *Fig. 164.* Die Linien $a\,e$, $h\,c$ sind die horizontalen Ansichten der Mittellinie an den obern Theilen der an den langen Dachseiten und Walmen stehenden Sparren; $f\,c$, $g\,c$ sind die der obern Gradsparrenkanten; der Punkt c ist die Vorstellung der Giebelsäulenaxe; das um diesen Punkt befindliche Viereck bezeichnet die Dicke der Giebelsäule. Wir sehen, dass die Linie $v\,i$, der Gradsparrenfläche, welche der Walmenseite zugekehrt ist, bei dem Punkte i mit der Linie des Walmensparrens zusammentrifft, und dass durch diesen Punkt die gerade Linie $i\,c$ gezogen ist, welche die Zusammensetzung dieser beiden Hölzer vorstellt. Diese Zusammensetzung heisst *Déjoutement* (und insbesondere *Déjoutement en tour ronde*). Die andere Linie $u\,q$, des Gradsparrens, verlängert sich bis in einen Theil der Dicke des zur langen Dachseite gehörigen Sparrens; die Linie $q\,o\,n$ aber zeigt die Verbinduug dieser Hölzer. Diese letztere Verbindung heisst *Déjoutement en pavillon*, und besteht aus zwei Flächen, während die vorige bloss aus einer einzigen besteht. Uebrigens geschieht es bloss aus Gewohnheit, dass man dem *Déjoutement en pavillon* eine gebrochene Gestalt giebt, indem man dasselbe ganz so wie das erstere machen kann; doch hat dieser Vorzug darin seinen Grund, dass dadurch

buttment's and neck's points are projected on the horizontal projection, *Fig. 161*, viz, the points i, j, and k, l, of the rafter's and ashleer's feet, as well as m, the upper-buttment of this ashleer.

105. In the *Fig. 161*, $a\,c$, $b\,d$, show the depth of the side's wall; $e\,f$ is the horizontal projection of the hip's upper-edge : parallels to the end's wall have been brought through the points f, t, s, r, q and p of the latter description.

106. The *Fig. 162* shows the same details with regard to the end's rafter and its ashleer, as the one *Fig. 160*, for side's rafter. It is seen that the parallels to the end's wall, which rise from the points p, q, r, s, t and f, *Fig. 161*, have determinated, *Fig. 162*, on the hammer-beam the points i, j, as the heel of the end's rafter; k, l, as foot, and m, as upper-end of its ashleer.

107. Some parallels and some perpendiculars to the same straight $f\,e$ compound the *Fig. 163*, wherein, as in the foregoing ones, is plainly seen the one of the vertical faces of every timbers which compose it : therefore we will pass immediately at the draught of the hip. The perpendicular straights to $f\,e$, at the points f, t, have determinated on the hammer-beam the points i and j, as the abutment and neck of the hip, whose the latter is the foot of its grooved edge; the other perpendiculars brought at the points t, t', have given the points m and m' for determinating the edges of the vertical faces of the hip *[unlarding and lowering]*. We beg to remark that it is always necessary to fashion a jutting edge in the upper-face of the hip, wherein intersect the faces of the end and side; but the grooving edge of the under-face is often dispensed with, since it is not necessary into all the roofs, and besides it weakens the hip. The perpendiculars to $f\,e$, *Fig. 161*, raised from the points 1, 2, 3, 4, of the shorted rafters z, &, on the vertical face of the hip, *Fig. 163*, give therein the parallelograms 5, 6, 7, 8, and 9, 10, 11, 12, to those rafters occupy them, and wherein are drawn the mortises to receive the tenons : the same method will be used for the hip's ashleer.

Horizontal Description of the Pyramid's superior parts.

108. *Fig. 164.* The straights $a\,e$, $h\,c$, are the horizontal projections of the middle lines of the superior parts of the sides's an end's rafters; $f\,c$ and $g\,c$, the ones of the edges of the hips; axis of the king-post is projected at c, and the square surrounding him shows its squareness. It is seen that the trace $v\,i$ of the hip's face towards end, and the trace of the end's rafter, meet together at i; and that through this point has been traced $i\,c$, the projection of the common joint of the both timbers: this framing is called *uncheeking* (and particularly *uncheeking in a round tower*). The other trace $u\,q$ of the hip is lengthened through a part of the depth of the side's rafter; and the joint's trace is $q\,o\,n$: this latter framing's fashion is called *uncheeking in a pavilion;* it is formed by two surfaces, whilst the first, which is quite simple, could be used in a side's rafter as well as for the end's rafter, if the workmen could not follow a wholly blind rote. This anticipation is used on the purpose of reserving a greater strength to framing of the rafter with the king-post, and make equal the both faces or the hollow cut *[unmouthing]*, with which the hip is applied on the king-post's jutting-edge; but the same effects would surely result from a simply faced joint as well as in the first framing. Besides, the notch so

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

absolument les mêmes effets par un joint à une seule face, comme au déjoutement en tour ronde. Au reste, la partie consommée, formant l'entaille évidée dans le chevron de long-pan, doit égaler en volume et en forme celle réservée à l'arêtier.

109. On voit à la *Fig. 165* une des faces, *p*, du poinçon; une des faces du chevron de croupe, comprise entre la ligne de lattis *s f* et celle du dessous, *g l*; la face de son tenon, *b c d l*; son point d'about, *a*, et celui de sa gorge, *l*. Pour tracer l'arête du déjoutement, on a pris, dans la *Fig. 164*, la distance du point *j* à la ligne *c d*, qu'on nomme *le reculement*, et qui, portée de l'axe du poinçon, *Fig. 165*, a donné le point *j*, par lequel on a fait passer la droite *j j'*, parallèle à l'axe; ce qui a achevé les détails qui sont visibles en regardant la face verticale du chevron. Mais on voit aussi, représentée attenante, la face du dessous. Par les points *a, c, d, l, j', j*, on a mené des perpendiculaires à la ligne *s f*, qui ont donné la forme du tenon vu sur son épaisseur, et les deux déjoutemens *h* et *i*. La mortaise de la contre-fiche *x* a été tracée de la même manière.

110. La *Fig. 166* montre les mêmes détails pour le chevron de long-pan. Les mêmes procédés de tracé y sont appliqués pour l'about, le tenon et la mortaise de la contre-fiche. Nous ferons observer seulement que les points *q, o*, de la *Fig. 164*, ayant été élevés parallèlement à l'axe, ont donné dans celle-ci la ligne *q q', entrée du déjoutement*, et celle *o o', fond du déjoutement*.

111. La *Fig. 167* montre aussi l'assemblage de l'about supérieur de l'arêtier, ses deux déjoutemens et son dégueulement. Par les points *c* et *m* de la *Fig. 164*, on a élevé perpendiculairement à *f c* les lignes S *c*, axe, et *m m'*, arête du poinçon; par le point S, on a tracé l'inclinaison de l'arêtier *c'* S, puis, parallèlement à *c'* S, son délardement *d e*, son recreusement *f g*, et son surbaissement *h i*. On a élevé de même des perpendiculaires des points *i, l, n, o*, *Fig. 164*, mais tracées seulement sur la face verticale de l'arêtier, *Fig. 167*, où elles sont marquées des mêmes lettres. Les perpendiculaires élevées des points extrêmes de ces dernières lignes ont donné sur l'arêtier, vu par-dessous, les points nécessaires pour tracer les déjoutemens *t, u*, et le dégueulement *v*.

Description d'extension [herse]. Fig. 168.

112. Cette sorte de description est très-usitée dans la pratique, parce qu'ayant l'avantage de contenir dans le même dessin les deux dimensions réelles, dont chacune des autres descriptions ne contient qu'une seule (tandis que l'autre dimension du même objet y est en raccourci), elle présente une grande facilité pour tracer particulièrement les détails de chacun des morceaux de bois qui doivent composer un ensemble; et, quoiqu'elle ait déjà été expliquée (II.e section), nous en reproduisons ici les principaux détails, afin que le lecteur aperçoive, et la construction primitive, et l'application pratique du tracé des diverses pièces de bois qui composent une ferme, leurs coupes et leurs assemblages.

nicht allein der Sparren mit der Giebelsäule fester verbunden wird, sondern auch die beiden Flächen des Einschnittes, in welchem der Ecksparren an die hervorspringende Kante der Giebelsäule angelegt wird, gleichförmig gemacht werden; indessen würde man auch das nämliche Resultat vermittelst einer einzigen Fläche erhalten. Uebrigens muss der an dem Sparren angebrachte Einschnitt die nämliche Gestalt und Grösse erhalten, wie der an dem Gradsparren befindliche.

109. Wir sehen in *Fig. 165* eine von den Flächen *p*, der Giebelsäule; eine von den Flächen des Walmensparrens, welche sich zwischen der Lattenlinie *s f*, und dem darunter liegenden Theile *g l* befindet; ferner die Fläche des zu diesem Sparren gehörigen Zapfens *b c d l*, so wie seinen Endpunkt *a*, nebst dem Winkelpunkte *l*. Um die Verbindungskante zu zeichnen, ist in *Fig. 164* der Abstand des Punktes *j* von der Linie *c d* genommen worden, und hat, nachdem derselbe nach der Giebelsäulenaxe, *Fig. 165* getragen worden ist, den Punkt *j* gegeben, durch welchen die gerade Linie *j j'* mit der Axe parallel gezogen worden ist, wodurch die einzelnen Verbindungen vollendet wurden; man sieht dieselben, wenn man die verticale Fläche des Sparrens betrachtet. Auch ist ferner die anstossende untere Fläche dargestellt. Durch die Punkte *a, c, d, l, j', j*, sind mit *s f* Perpendicularlinien gezogen worden; selbige haben sowohl die Gestalt des Zapfens, welcher seiner Dicke nach dargestellt ist, als auch die beiden Verbindungen *h* und *i* gegeben. Das Zapfenloch an der Strebe *x*, ist auf dieselbe Weise gezeichnet worden.

110. Die *Fig. 166* zeigt die nämlichen Verbindungen für den Sparren an der langen Dachseite: auch ist bei der Strebe das Ende, der Zapfen und das Zapfenloch auf die nämliche Weise gezeichnet worden; wir bemerken bloss, dass die Punkte *q, o*, welche in *Fig. 164* mit der Axe parallel gezogen worden sind, in *Fig. 166* die Linie *q q'*, so wie die Linie *o o'* gegeben haben.

111. Die *Fig. 167* zeigt ebenfalls auch die Zusammensetzungen an dem obern Ende des Eckspärrens, so wie auch seine beiden Verbindungen und Kante. Durch die Punkte *c* und *m*, *Fig. 164* sind die Linien S *c*, Axe, und *m m'*, Kante der Giebelsäule, perpendicular mit *f c* aufgerichtet worden; die Neigung des Gradsparrens *c'* S ist durch den Punkt S gezogen worden; das Behauen desselben *d e*, sein Auslochen *f g* und seine gedrückte Rundung *h i*, ist mit *c'* S parallel gezeichnet: auch sind aus den Punkten *i, l, n, o*, *Fig. 164*, Perpendicularlinien aufgerichtet worden; doch wurden sie bloss auf der verticalen Fläche des Eckspärrens, *Fig. 167* gezeichnet, woselbst sie mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet sind. Die aus den äussersten Punkten dieser letztern Linien aufgerichteten Perpendicularlinien haben auf dem von unten dargestellten Eckspärren die zur Zeichnung der Verbindungen *t, u*, und der Kante *v* erforderlichen Punkte gegeben.

Erweiterte Vorstellung, Fig. 168, *wegen ihrer Gestalt* Egge *genannt.*

112. Diese Art der Zeichnung, welche in der Baukunst sehr häufig vorkommt, hat den Vortheil dass sie die beiden betreffenden Dimensionen eines Gegenstandes zugleich darstellt, während die übrigen Arten bloss eine einzige enthalten, und die andere verkürzt angeben. Sie giebt daher vorzüglich Mittel an die Hand, um bei einem jeden unter den zu einem Ganzen gehörigen Hölzern die wesentlichen Erfordernisse zu zeichnen. Und ohnerachtet wir dieselbe bereits schon im Abschnitt II erklärt haben, so wollen wir hier das Wesentlichste derselben wiederholen, damit der Leser sowohl von der Anordnung der Zeichnung als auch von ihrer praktischen Anwendung bei den verschiedenen zu einem Dachstuhle gehörigen Hölzern, so wie endlich von dem Schnitte und der Zusammensetzung dieser Hölzer einen richtigen Begriff erhalte.

made in the side's rafter ought to be equal to the part reserved in the hip, with regard to the shape and volume.

109. The *Fig. 165* shows the one of the faces of the king-post, *p*; the one of the end's rafter, between the lathing-line *s f* and the ceiling-line *g l*; the face of its tenon, *b c d l*; its buttment, *a*, and neck, *l*. To draw the edge of the its framing with the hip *[uncheeking]*, take off, in the *Fig. 164*, the distance between the point *j* and the straight *c d*, which is called *drawing-back*, and put, in the *Fig. 165*, from the king-post's axis at the point *j*, through which draw the straight *j j'* parallel to the axis, and thus are performed all the details which are visible when one looks for the vertical face of the rafter. But inside of this design we also have drawn the pined under-face. Through the points *a, c, d, l, j', j*, the perpendiculars raised to *s f* give the shape of the tenon shown on its depth, and two joints *h* and *i*. The mortise of the strut *x* has been drawn in the same manner.

110. The *Fig. 166* shows for the side's rafter the same details resulting of the like draught in regard to the side's rafter. The same method has been used for tracing the buttment, tenon and mortise of the strut. We will only observe that, in this figure, *q q'*, the shore of the lateral joint *[unnecking]*, *o o'*, the hollow edge of the same joint, are parallels to the axis, brought from the points *o* and *q* of the *Fig. 164*.

111. The *Fig. 167* shows also the upper-framing of the hip *[unmouthing and double unnecking]*. S *c*, the axis, and *m m'*, the edge of the king-post, are raised perpendicularly to *f c*, through the points *c* and *m* of the *Fig. 164*: then has been drawn the hip's inclination, *c'* S *[shelving]*; and parallely to *c'* S, *d e [unlarding]*, *f g [grooving]*, *h i [lovering]* of the same timber. Are brought also perpendiculars, but only on the vertical face of the hip, *Fig. 167*, through the points *i, l, n, o*, of the *Fig. 164*; and they are stamped with the same letters. The ones risen from the utmost points of these latter, fix on the hip, looked on its underface, what it needs to draw the straights *v [unmouthing]*, and *t, u [unneckings]*.

Extent's Description [ledgement, display]. Fig. 168.

112. This kind of description is very much used in the practice, because it has the advantage of showing the both real measures, of which singular one is shown in each of the other descriptions, whilst the other dimension is always shorted there: it thus offers a great easiness to draw the particular details of every timbers which are to compound a whole whatever; and although it has been already explained (II.nd section), we will here give again the head principles of it, in order that the reader may perceive the primitive construction, and the practical application of the draught for every timbers which come into a framed truss, and of their cuttings and framing.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la *Fig. 168*, la ligne *A* f a été faite égale à la ligne de trave de la croupe, base de ferme de long-pan F K de la *Fig. 156*, avec le compassement d'empanons existant sur *F H*, *Fig. 157* ; la perpendiculaire *H S*, élevée sur son milieu, est le chevron de croupe f s, *Fig. 158* : ainsi le triangle *A S* f est l'extension de la croupe; *A S* et f s, les longueurs réelles des arêtiers. *A F* a été de même faite égale à la base de la demi-ferme de croupe *F A*, *Fig. 157*, et *F S* lui est perpendiculaire, parce qu'elle est égale au chevron de long-pan F S, *Fig. 156*, en sorte que *A F S* est l'extension de l'un des longs-pans. Nous avons annexé, comme auxiliaires à cette figure, la forme de long-pan, *Fig. 169*, celle d'arêtier, *Fig. 171*, et celle de croupe, qui y est mise en rapport, *Fig. 170*, dessinées en coupe au milieu de leurs épaisseurs. On y voit l'occupation des tenons dans les mortaises, qui ne sont représentées qu'en pénétration aux *Fig. 156, 157, 158* et *159* : d'ailleurs cette disposition les rend propres à faire concevoir nettement le tracé des coupes en empanon sur la herse, et les propriétés des lignes transversales [traversantes] et des verticales [des aplombs], qui sont d'un usage si fréquent dans le trait, et qui, n'étant pas exposées clairement dans les auteurs ni par les maitres, ne sont pour les ouvriers qu'une routine aveugle, qui parfois les conduit à faire des fautes dont ils ne peuvent pas s'apercevoir.

113. Les surfaces des empanons et chevrons, tant de coupe que de long-pan, contenus dans la *Fig. 168*, sont celles qui appartiennent à la surface du lattis ; en sorte que *A F* et *A H* sont les lignes d'about inférieur, et que *g, i, j*, et *k, l, m*, sont celles des abouts supérieurs : il est entendu que le point *g* a été renvoyé du point *f* de la *Fig. 170*, en faisant *S g* égale à s *f*. Pour tracer les surfaces opposées des mêmes pièces (celles du lambrissage), on observera, 1.° que, pour l'extrémité inférieure, le point G, *Fig. 169*, appartient à la ligne de gorge du chevron et des empanons du long-pan ; en sorte qu'une parallèle à *A F*, menée par ce point, sera leur ligne de gorge; et de même, g, *Fig. 170*, appartenant à la ligne de gorge du chevron et des empanons de croupe, il suffit de mener par ce dernier point une parallèle à *A* f; ou, si la *Fig. 170* n'était pas établie en rapport avec la herse, comme nous avons mis celle-ci, il faudrait par le point g mener une perpendiculaire g *b* à f s, et transporter f *b* de *H* en *c*, *Fig. 168*. On a donc ainsi en deux traits les gorges, les amaigrissemens [les pas], de tous les chevrons et empanons; et il est même bon de remarquer que la seconde de ces opérations n'est utile que comme vérification de la première, et que l'une ou l'autre indifféremment suffit pour tout : car ces deux lignes de gorge doivent aboutir en un même point de l'arête *A S*, point sur lequel tournent, dans le mouvement par lequel les deux pans de couverture s'abattent sur le plan horizontal, les deux lignes horizontales qui seraient les intersections des surfaces de lattis par les faces intérieures prolongées des plates-formes. 2.° Que, pour l'extrémité supérieure des mêmes pièces, le point H, *Fig. 169*, appartient à la ligne de gorge du chevron de long-pan ; de sorte qu'on aura cette ligne par une perpendiculaire H *n*, abaissée de ce point sur *F S*; *d*, *Fig. 170*, appartenant de même à la gorge du chevron de croupe, en menant *d e* perpendiculaire à f s, et en reportant s *e* ou f *e*, ou *b e*, à la *Fig. 168*, en *S h* ou *H h*, ou *c h*, on aura sa ligne de gorge par le point *h*. Enfin, pour les empanons, comme la hauteur verticale de leurs commissures avec les faces de l'arêtier [de l'occupation] est la même que celle des chevrons, ou même de l'arêtier avec le poinçon, on a déjà en *m* H, *Fig. 169*, cette hauteur verticale, et aussi la perpendiculaire H *n* terminée en *n* à la surface du lattis; on a aussi en *l*, *Fig. 168*, le point supérieur de la commissure du chevron de long-pan avec la face verticale de l'arêtier. Si l'on porte la longueur *m n* de *l* en *o*, et que par le point *o* on mène la droite *o p* parallèle à *k l*, cette ligne donnera à la surface du lattis les gorges [le démai-

In *Fig. 168* ist die Linie *A* f, der Stuhlwandlinie des Walmens gleich gemacht worden, welches die Basis vom Binder der langen Dachseite F K, *Fig. 156* ist; die Angabe der Schiftsparren ist nach *F H*, *Fig. 157* geschehen. Die auf der Mitte aufgerichtete Perpendicularlinie *H S* ist der Walmensparren f s, *Fig. 158* ; so dass also das Dreieck *A S* f die erweiterte Vorstellung des Walmens ist ; *A S* und f s sind die wahren Längen der Gradsparren. *A F* ist ebenfalls der Basis des halben Walmenbinders *F A*, *Fig. 157* gleich gemacht worden ; *F S* ist mit demselben perpendicular, weil diese Linie dem Sparren an der langen Dachseite F S, *Fig. 156* gleich ist ; so dass also *A F S* die erweiterte Vorstellung der einen langen Dachseite ist. Dieser Figur ist noch der Binder an der langen Dachseite, *Fig. 169*, so wie der Gradsparrenbinder, *Fig. 171*, und der Walmenbinder *170* als zugehörig beigefügt worden. Sie sind sämmtlich im Durchschnitt und von der Mitte der Dicke gezeichnet. Wir sehen daselbst auch die Zapfen in ihren Löchern, welche in den *Fig. 156, 157, 158* und *159* bloss als Oeffnungen angegeben sind. Aus dieser Anordnung erhält man übrigens noch einen deutlichen Begriff von der Zeichnung der Schiftsparrenschnitte auf der Egge, so wie von den Eigenschaften der schrägen und verticalen Linien, welche in der Stereotomie häufig vorkommen, und welche der Arbeiter, weil sie so selten deutlich erklärt werden, gewöhnlich bloss mechanisch befolgt und solchergestalt sehr oft ohne sein Wissen Fehler begeht.

113. Die in *Fig. 168* enthaltenen Seiten der Schift- und Hauptsparren, und zwar sowohl die des Walmens als der langen Dachseite, sind von der Seite des Lattenwerks genommen ; so dass *A F* und *A H* die untern Enden, und *g, i, j* und *k, l, m*, die obern anzeigen; wobei der Punkt *g* aus dem Punkte *f* *Fig. 170* herübergetragen worden ist, und *S g* = s *f*. Bei der Zeichnung der entgegengesetzten Seiten der nämlichen Hölzer (welche zur Verschalung gehören) bemerke man, dass 1.° bei dem untern Ende der Punkt G, *Fig. 169*, zur Kehllinie der an der langen Dachseite befindlichen Haupt- und Schiftsparren gehört ; so dass eine mit *A F* parallel laufende Linie, welche durch diesen Punkt geführt wird, die Kehllinie derselben giebt. Bei dem Punkte g, *Fig. 170*, welcher zur Kehllinie der Walmensparren gehört, braucht man bloss eine mit *A* f parallel gehende Linie durch diesen letztern Punkt zu ziehen ; befände sich aber die *Fig. 170* in Bezug auf die Egge nicht in dem nämlichen Verhältnisse wie die gegenwärtige, so müsste man durch den Punkt g eine mit f s perpendiculare Linie g *b* ziehen, und f *b* von *H* nach *c*, *Fig. 168* tragen. Auf diese Weise erhält man in zwei Linien die Kehlen und Kanten zu sämmtlichen Haupt- und Schiftsparren, wobei wir noch bemerken, dass die zweite Operation bloss zum Beweise der ersten dient, und dass es gleichgültig ist, ob die eine oder die andere angewendet wird; denn diese beiden Kehllinien müssen bis zu einem und demselben Punkte der Kante *A S* gehen. Um diesen Punkt drehen sich, wenn die beiden Dachseiten sich auf den horizontalen Plan umlegen, die beiden horizontalen Linien, an welchen sich die Flächen des Lattenwerks mit den innern und verlängerten Flächen der Mauerlatten durchschneiden; dass 2.° bei dem obern Ende derselben Hölzer der Punkt H *Fig. 169*, zur Kehllinie des Sparrens an der langen Dachseite gehört ; so dass man diese Linie durch eine Perpendicularlinie H *n* erhält, welche von diesem Punkte auf *F S* herabgezogen wird; *d*, *Fig. 170* gehört zur Kehllinie des Walmensparrens, welche Linie man durch den Punkt *h* erhält, wenn man *d e* mit f s perpendicular zieht, und s *e* oder f *e*, oder *b e*, *Fig. 168*, nach *S h*, oder *H h*, oder *c h* trägt. Da bei den Schiftsparren die verticale Höhe ihrer Verbindung mit den verticalen Flächen des Gradsparrens die nämliche ist wie die der Sparren oder selbst des Gradsparrens mit der Giebelsäule, so hat man bereits in *m* H, *Fig. 169*, diese verticale Höhe, so wie auch die Perpendicularlinie H *n*, welche bis zu *n* am Lattenwerke geht ; ferner hat man in *l*, *Fig. 168*, den obern Punkt, an welchem der Sparren an der langen

In the *Fig. 168*, the straight *A* f is done equal to the trave-line of the end, the basis of the side's truss F K of the *Fig. 156*, with the apportionment of the shorted rafters being on *F H*, *Fig. 157*; the perpendicular *H S*, on its middle point, is the end's rafter f s of the *Fig. 158* : thus the triangle *A S* f is the extension very real of the end; *A S* and f *S*, the real length of the hips. *A F* is also done equal to the base of the half truss of the end, *F A*, *Fig. 157* ; and *F S* is perpendicular to it, being equal to the side's rafter F S, *Fig. 156* ; thus *A F S* is also the real extent of the one of the sides. We have annexed, as auxiliary to that figure, the side's truss, *Fig. 169*, the hip's one, *Fig. 171*, and the end's one, which is put in regard with all the others, *Fig. 170* : are all drawn as cuts made in the middle depth of the timbers. One sees there the tenons into their mortises, what in the *Fig. 156, 157, 158* and *159* is shown only in penetration : besides a such disposal offers a great easiness to plainly perceive the draughts of the shorted rafters *[on ledgement]*, and the properties of the transverse-lines and of the vertical ones *[levels]*, which are so most used in the draught, and which, being unplainly exposed by the writers and masters, are nothing for the workmen but a blindest rote which often induces them into falls they can't perceive.

113. The faces of the rafters shown in the *Fig. 168* are the ones belonging to the lathing roof's surface : thus *A F* and *A H* are the inferior buttment-lines ; *g, i, j*, and *k, l, m*, the superior ones : it is understood that the point *g* has been sent back from the point *f* of the *Fig. 170*, by *S g* done equal to s *f*. To trace the facing surface *[ceiling]*, it is to be observed that, 1.° as for under-end, the point G, *Fig. 169*, belongs to the neck-line of the side's rafters and shorted rafters : thus a parallel to *A F* drawn through this point shall be their *neck-line*. On the same reason, the point g, *Fig. 170*, belonging to the neck-line of the end's rafters, the straight *A* f, drawn through it, shall be their one ; and, if the *Fig. 170* could not be pinned to the ledgement, as in the plate, a perpendicular g *b* to f s should be drawn through the point g, and f *b* carried from *H* at *c*, *Fig. 168*. Thus a double straight gives for all the rafters and shorted rafters, either of the end or sides, the buttments, the heels, the cuts *[the ungreasings]* ; and yet it is to be remarked that the latter of these draughts does not have usefulness but to verify the other, only one of them being quite sufficient to the whole : and indeed these two neck-lines ought to end on the same point of the edge *A S*, the point on which, in the rotative motion with which the two contiguous roofing panes fall down on the horizontal ledgement's plane, turn round the two horizontal lines which could be the intersections of the lathing surface with the vertical interior faces lengthened of the wall-plates. 2.° As for upper-end of the same timbers, the point H, *Fig. 169*, belongs to the neck-line of the side's rafter ; so that a perpendicular H *n*, let down from this point on *F S*, is the neck itself of it : and *d*, *Fig. 170*, belonging also to the neck of the end's rafter, by tracing *d e* perpendicularly to f s, and carrying s *e*, or f *e*, or *b e*, on the *Fig. 168*, at *S h*, or *H h*, or *c h*, the neck-line shall be drawn through the point *h*. At last, as for the shorted rafters, as the vertical height of theirs joints with the hip's vertical faces is equal to the one of the rafters or the hip itself with the king-post, one has already this vertical height in *m* H, *Fig. 169*, and also the perpendicular H *n*, which ends at *n* on the lathing surface, and also in *l*, *Fig. 168*, the superior point of the joint of the side's rafter with the vertical face of the hip. Thus carry *m n* from *l* at *o*, and draw the straight *o p*, parallely to *k l* : that line shall give in the lathing surface the necks of the side's shorted rafters *[ungreasings]*. We have alike in *i* the superior point of the joint of the end's rafter with the hip; thus, carrying the length *f e*, *Fig. 170*, from

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grissement des empanons de long-pan. On a pareillement en i le point supérieur de la commissure du chevron de croupe avec l'arêtier : si l'on reporte de ce point en q la longueur fe de la *Fig. 170*, et que par le point q l'on mène qr, parallèle à ij, cette dernière donnera aussi à la surface du lattis les gorges [le démaigrissement] des empanons de croupe. Au lieu de reporter ainsi le démaigrissement déjà tracé sur chaque demi-ferme, on peut le tracer immédiatement sur la herse elle-même, comme il suit : si à côté d'un empanon, a, par exemple, on trace à son arête st une parallèle uv, qui en soit distante de l'épaisseur de l'empanon (qu'on fasse paraître l'épaisseur), et que du point t comme centre, avec fd pour rayon, on trace un petit arc xy, la ligne tu sera la vraie hauteur de la commissure, et le point u, étant renvoyé perpendiculairement à uv, donnera en z un point qui se confond avec la ligne qr, parce que les triangles rectangles tzu, fed, ayant leurs hypoténuses égales, et les côtés zu et de égaux aussi, sont égaux en tout.

On peut avoir plus simplement encore cette ligne de gorge supérieure, en menant, *Fig. 157*, des points de gorge du pied de l'arêtier, les perpendiculaires 1, 2, 3, 4, reportant les distances $F1$, $F4$, sur la herse de A en j' et en k', et y élevant les perpendiculaires $k'p'$ et $j'r'$ sur les lignes de gorge inférieures. En effet, si l'on disposait des empanons sur les lignes 1, 2, 3, 4 du dérasement, *Fig. 157*, les points de gorge du pied de l'arêtier 2, 3, appartiendraient en même temps aux lignes de gorge tant supérieures qu'inférieures des empanons : ainsi les points p' et r', *Fig. 168*, des lignes de gorge inférieures, appartiennent aussi aux lignes de gorge supérieures, et suffisent pour les tracer.

Observation. Ces procédés supposent que tous les empanons et chevrons ont respectivement les épaisseurs nécessaires pour occuper la largeur qui a été déterminée en dévoyant l'arêtier, soit pour chaque plate-forme, soit pour les faces verticales de l'arêtier; mais, si tous les bois n'avaient pas cette épaisseur, il faudrait employer dans le tracé la moindre des épaisseurs de chacune des deux sortes de pièces, et qu'on regarderait comme la jauge pour cette sorte. Alors, par le trait du démaigrissement de chaque pièce en particulier, comme il a déjà été expliqué (n.° 85, sect. IV), sur chaque face verticale on tracerait d'abord une ligne longitudinale pour la réduire, à partir de la face du lattis, à l'épaisseur prise pour jauge; puis, en renvoyant à l'équerre sur les faces verticales la ligne de gorge donnée par le procédé, on tracerait la coupe sur chacune de ces faces par le point d'about et par l'intersection de ce renvoi avec la ligne de jauge.

114. Dans la *Fig. 169*, les transversales C F, Y Y'', Z' Z'', P P', ainsi que les points &', O', L', ont été reportés de la *Fig. 156*, et donnent, sur la ligne milieu de l'arbalétrier ou chevron de long-pan FS les mêmes points qu'on avait sur FS, *Fig. 156*. Si par tous ces points ainsi obtenus sur FS, *Fig. 169*, on mène des droites parallèles à FA, *Fig. 168*, elles donneront sur l'arête AS les mêmes points qu'on avait eus sur fs, *Fig. 159*, et qui, renvoyés sur l'autre arête fS, au moyen de parallèles à A f, y donnent les points correspondans Y', Z', L', O', &' et P, qui peuvent servir à tracer la coupe de l'arêtier *Fig. 171*, et le détail des pièces qui en composent la demi-ferme.

Ce tracé étant exécuté sur une matière flexible, si on le coupe selon le périmètre $SCFA$f CS, et qu'on y fasse un pli sur chacune des lignes SF,

Dachseite mit der verticalen Fläche des Gradsparrens verbunden ist. Trägt man mn von l nach o, und zieht durch den Punkt o, die gerade Linie op parallel mit kl; so giebt diese Linie am Lattenwerke die Kehlkanten zu den Schiftsparren an der langen Dachseite. Eben so erhält man in i den obern Verbindungspunkt des Walmensparrens mit dem Gradsparren, wenn man von diesem Punkte die Länge fe, der *Fig. 170*, nach g trägt, und durch diesen Punkt die Linie qr mit ij parallel zieht; diese letztere Linie giebt zugleich auch am Lattenwerke die Kehlkanten zu den Walmenschiftsparren. Anstatt die Kehlkanten, welche bereits auf jedem halben Binder gezeichnet sind, auf angegebene Weise zurückzutragen; so kann man sie sogleich auf der Egge selbst folgendermaasen zeichnen : wenn man neben einem Schiftsparren, z. B. a, eine mit seiner Kante st parallele Linie uv zeichnet, welche um die Dicke des Schiftsparrens davon absteht (man bemerke die Dicke), und aus dem Punkte t, als Mittelpunkt, einen kleinen Bogen xy, welcher fd zum Radius erhält, beschreibt; so giebt die Linie tu die wahre Höhe des Verbindungspunktes, und da der Punkt u perpendicular mit uv zurückgetragen worden ist, so giebt er in z einen Punkt, welcher sich mit qr verschmilzt, weil die rechtwinkeligen Triangel tzu, fed, deren Hypothenusen sowohl als Seiten zu und de gleich sind, sich auch in allem gleich sind.

Diese obere Kehllinie erhält man noch leichter wenn man in *Fig. 157*, aus den untern Kehlpunkten des Gradsparrens die Perpendicularlinien 1, 2, 3, 4, zieht; und die Abstände $F1$, $F4$, auf der Egge von A nach j' und nach k' zurückträgt, und daselbst die Perpendicularlinien $k'p'$ und $j'r'$ auf den untern Kehllinien aufrichtet. Legte man auf den Linien 1, 2, 3, 4 der flachen Mauer, *Fig. 157*, Schiftsparren an, so gehörten die Punkte 2 und 3 des Gradsparrenfusses sowohl zu den untern als den obern Kehllinien der Schiftsparren : diesem zufolge gehören die Punkte p' und r', *Fig. 168* der untern Kehllinien ebenfalls auch zu den obern Kehllinien, und sind zur Zeichnung derselben hinreichend.

Anmerkung. Hierbei wird vorausgesetzt, dass sämmtliche Haupt- und Schiftsparren die nöthige Dicke haben um die Breite einzunehmen, welche durch Wendung des Gradsparrens festgesetzt worden ist, und zwar sowohl für jede Mauerlatte als auch für die verticalen Flächen des Gradsparrens. Wären diese Hölzer aber nicht von einerlei Dicke, so müsste man in der Zeichnung diejenige nehmen, welche bei jeder von diesen beiden Arten Hölzern, die geringste wäre, und welche für diese Art zum Maasstabe diente. Man zeichnet sodann nach Maasgabe des Abschnitts IV, n.° 85, für das Abkanten eines jeden einzelnen Holzes, auf jeder verticalen Fläche, von dem Lattenwerke an, zuvörderst eine Linie um dem Holze die als Maasstab angenommene Dicke zu geben; versetzt sodann die aus obiger Verfahrungsweise erhaltene Kehllinie auf die verticalen Flächen, auf denen man bei jeder den Schnitt durch den Endpunkt so wie durch den Punkt, an welchem sich die Versetzung mit der Maasstablinie durchschneidet, zeichnet.

114. In *Fig. 169* sind die schrägen Linien C F, Y Y'', Z' Z'', P P', so wie die Punkte &', O', L', aus *Fig. 156* herübergetragen, und geben auf der Mittellinie der Stuhlsäule oder an dem zur langen Dachseite gehörigen Sparren FS, die nämlichen Punkte, welche man auf FS, *Fig. 156* erhalten hatte. Führt man durch diese solchergestalt auf FS *Fig. 169* erhaltenen Punkte, gerade mit FA, *Fig. 168* parallel gehende Linien; so geben dieselben auf der Kante AS die nämlichen Punkte, welche man auf fs, *Fig. 159* erhalten hatte, und welche, wenn sie auf die andere Kante fS, vermittelst gerader mit Af paralleler Linien versetzt werden, daselbst die correspondirenden Punkte Y', Z', L', O', &' und P geben, welche zur Zeichnung des Gradsparrenschnittes, *Fig. 171*, so wie zur Bestimmung der zum halben Binder gehörigen Hölzer dienen können.

Diese Zeichnung wird auf einer biegsamen Materie ausgeführt. Durchschneidet man dieselbe nach dem Umkreise $SCFA$f CS, und macht auf jeder

i at q, and tracing qr parallely to ij, this straight qr shall be, on the lathing surface, the neck-line *[ungreasing]* of the shorted end's rafters. Instead of carrying in a such manner the ungreasing already drawn in each half-truss, one can draw it immediately on the ledgement itself so : inside of a shorted rafter, a, for instance, trace uv parallely to its edge st, and at the same distance as is rafter's depth (shew the rafter's depth); from the point t, as center, with fd as radius, trace the smallest arc xy; you shall have in tu the true vertical height of the joint; and u drawn perpendicularly to uv will give in z a point which is necessarily on the straight qr, since the rectangular triangles tzu, fed, having their hypotenuses equal, as well as the sides zu and de, are quite equal.

This upper neck-line of the shorted rafters can be obtained yet more simply, by lifting, *Fig. 157*, from the neck-points of the hip, the perpendiculars 1, 2, 3, 4; carrying the distances $F1$, $F4$, on the ledgement from A at j' and k', and lifting up again there the perpendiculars $k'p'$ and $j'r'$ on the inferior neck-lines. And indeed, if one would dispose shorted rafters along the lines 1, 2, 3, 4 of the wall-plates, *Fig. 157*; the hip's neck-points 2, 3, could belong at the same time to the rafter's neck-lines, either inferior, or superior : thus the points p' and r', *Fig. 168*, of the inferior neck-lines, belong also to the superior rafter's necks, and suffice to draw them.

Remark. Those methods suppose that all the rafters have respectively the depths able to occupy the breadths determined in deviating of the hip, either on each wall-plate, or on the vertical faces of the hip itself : but if some rafters did not have these respective depths, you ought to employ for the draught the less of the depths of each rafter's kind, and to look on it as the size *[gage]* for this kind; then, as already (n.° 85, section IV) it has been explained, for the particular draught of each timber, you shall draw first on both the vertical faces a longitudinal line, for reducing it at the gage's depth; and, after having sent back with a square, on the vertical faces, the neck-line given by the method, you shall trace the end's cuts on each of those vertical faces through the abutment's point and the meeting of the gage's line with the neck-line sent back.

114. In the *Fig. 169*, the transverse lines C F, Y Y'', Z' Z'', P P', as well as the points &', O', L', have been carryed from the *Fig. 156*, and give, on the middle line of the side's rafter FS, the same points which are on FS, *Fig. 156*. If, through all the points obtained so on FS, *Fig. 169*, you would bring straights parallel to FA, *Fig. 168*, they shall give on the edge AS the same points you have on fs, *Fig. 159*, and which, being sent back on the other edge fS, by means of parallels to A f, give there the corresponding points Y', Z', L', O', &' and P, which can be used for drawing of the hip's cut, *Fig. 171*, and all the details of the timbers which compound the half-truss of it.

That draught being made on a flexible matter, and cut along the out-line $SCFA$f CS, if one would make a fold on each of the straights SF,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SA, *Sf*, le sommet commun *S* des quatre triangles s'élevera à mesure qu'on effectuera ces plis, et que les deux lignes *CS* des *Fig. 169* et *171* s'approcheront l'une de l'autre; et, quand ces deux lignes se confondront en une seule verticale, les quatre autres lignes du périmètre formeront un plan qui sera la base de la portion décrite du comble. En examinant cette pyramide, on reconnaîtra, 1.° que les points Y″, Z″, &, P de la ligne *SC* de la *Fig. 169*, se confondent avec ceux qui sont désignés par les mêmes lettres sur *SC*, *Fig. 171*; 2.° que les droites menées de chacun de ces points parallèlement aux divers côtés de la base de la pyramide sont de niveau et à même hauteur verticale dans les quatre surfaces, en sorte qu'elles forment le périmètre d'une coupe horizontale faite à chacune de ces hauteurs dans la pyramide; 3.° et que, cependant, en chacune des deux parties de la *Fig. 168*, l'espacement de ces lignes est différent, et encore plus différent de celui qui a lieu entre les lignes analogues dans les *Fig. 169* et *170*.

115. Les configurations des esseliers V, v, des *Fig. 156* et *158*, rapportées *Fig. 169* pour le long-pan, et *Fig. 170* pour la croupe, sont aussi les élémens de l'extension [herse] d'une pyramide tronquée qui sert pareillement à tracer les coupes et assemblages desdits esseliers, soit qu'on les représente vus par-dessus, comme dans la *Fig. 172*, ou vus par-dessous, *Fig. 173*. On portera donc la longueur 1, 18 de la *Fig. 170*, de 1 à 18 sur la droite 1, 37, *Fig. 172*; et l'on élevera la perpendiculaire 18, 36, qu'on fera égale à 36, 37 de la *Fig. 168*, et sur laquelle on reportera le compassement des esseliers : on tracera 1, 36 et les deux lignes qui lui sont parallèles, espacées comme à la *Fig. 168*, et représentant l'esselier d'arêtier; et l'on aura ainsi le triangle de la demi-coupe. Reportant ensuite sur la ligne 1, 37 les points remarquables de la ligne 1, 18, supérieure de l'esselier de la croupe, *Fig. 170*, savoir, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15 et 18, et menant par ces points reportés des parallèles à 18, 36, celle du point 6 sera la ligne d'about, 10 donnera la ligne de gorge, et les lignes menées par 3 et 7 serviront pour désabouter le tenon de l'assemblage sous les entraits. Les points 11, 14, 15 et 18 donneront les mêmes détails pour tracer l'assemblage dans les empanons ou chevrons de croupe.

On formera de la même manière le triangle du long-pan, en faisant 1, 35, et 35, 36, respectivement égales à 19, 32, et 32, 36 de la *Fig. 169*, appliquant sur la *Fig. 172* le compassement des empanons qui a lieu pour le long-pan dans la dernière figure, et reportant sur 1, 35 les points 20, 23, 24, 27, 28, 31, 32 et 35 de la ligne 19, 32, *Fig. 169*.

La *Fig. 173* contient le même tracé, tout en présentant les esseliers vus par-dessous, en sorte que les détails de leurs assemblages n'y sont vus qu'en pénétration, par des lignes ponctuées. Pour la former, au lieu des lignes 1, 18, et 19, 32, des *Fig. 169* et *170*, on a employé celles des surfaces inférieures des esseliers, &, 17, *Fig. 170*, &, 36, *Fig. 169*, et ce sont les points de ces dernières lignes qu'on a reportés sur 2, 37 et 2, *z*, *Fig. 173*; sur quoi il est bon d'observer que les lignes de hauteur ou horizontales, qui se correspondent dans les deux triangles, ne coïncident pas ici en un même point de l'arête de l'arêtier comme à la *Fig. 172* : c'est que l'extension décrite ici appartient à une pyramide qui a pour base un rectangle semblable au rectangle intérieur des plates-formes, tandis que c'est le rectangle formé par les lignes extérieures des mêmes plates-formes qui a donné la base de la pyramide développée *Fig. 172*. Or l'opération primitive qui a dévoyé l'arêtier, a déterminé pour les deux sortes de plates-formes des largeurs différentes; ce qui a entraîné, pour les deux sortes d'empanons, de cheder Linie *SF*, *SA*, *Sf* eine Biegung; so erhebt sich die gemeinschaftliche Höhe S der vier Dreiecke, in dem Maasse wie diese Biegungen gemacht werden, und die beiden Linien *CS*, *Fig. 169* und *171* nähern sich einander. Verschmelzen sich diese Linien in eine einzige Verticallinie, so beschreiben die vier andern Linien des Umkreises einen Plan, welcher die Basis zu dem beschriebenen Theile des Dachstuhls ist. Untersucht man diese Pyramide, so sieht man, dass 1.° die Punkte Y″, Z″, &, P der Linie *SC*, *Fig. 169*, sich mit denjenigen verschmelzen, welche auf *SC*, *Fig. 171*, mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet sind; dass 2.° die geraden von jedem dieser Punkte mit den verschiedenen Seiten der Pyramidenbasis parallel gezogenen Linien an den vier Flächen von gleicher verticaler Höhe sind, so dass sie den Umkreis eines horizontalen Durchschnittes bilden, welcher an der Pyramide bei jeder Höhe gemacht worden ist; dass aber 3.° bei den beiden Theilen der *Fig. 168* der Abstand dieser Linien bei jedem Theile verschieden, und noch verschiedener von demjenigen Abstande ist, welcher in *Fig. 169* und *170* zwischen ähnlichen Linien Statt hat.

115. Die Gestalt der Jagdbänder V, v, *Fig. 156* und *158*, welche in *Fig. 169* für die Dachseite und in *Fig. 170* für den Walmen wiederholt worden ist, macht auch einen Bestandtheil der erweiterten Zeichnung einer verstümmelten Pyramide aus, welche zur Zeichnung der Schnitte und Zusammensetzung dieser Jagdbänder ebenfalls dient, sie mögen nun wie in *Fig. 172*, von oben, oder wie in *Fig. 173*, von unten dargestellt seyn. Trägt man also die Länge 1, 18 der *Figur 170*, von 1 nach 18 auf der Linie 1, 37, *Fig. 172*; und richtet die Perpendicularlinie 18, 36 auf; macht sie gleich 36, 37, *Fig. 168*, und trägt darauf die Zirkelweite der Jagdbänder; zeichnet ferner 1, 36, nebst den beiden mit denselben parallel laufenden Linien, welche sich in dem nämlichen Abstande wie in *Fig. 168* befinden, und das Jagdband des Gradsparrens vorstellen; so erhält man das Dreieck des halben Walmens. Trägt man sodann de vorzüglichsten Punkte der obern Linie 1, 18, des Walmenjagdbandes *Fig. 170*, nämlich 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15 und 18 auf die Linien 1, 37, zurück, und zieht durch diese Punkte Parallellinien mit 18, 36; so ist die des Punktes 6 die Endlinie, und 10 die Kehllinie; die durch 3 und 7 gezogenen Linien aber zeigen den Ort wo der Zapfen unter den Spannriegeln abgeschnitten wird : die Punkte 11, 14, 15 und 18 geben die nämlichen Erfordernisse zur Zeichnung der Zusammensetzungen bei den Haupt- oder Schiftsparren des Walmens..

Das Dreieck zu der langen Dachseite erhält man gleichergestalt, wenn man 1, 35, und 35, 36 mit 19, 32, und 32, 36 *Fig. 169* gleich macht, und auf *Fig. 172*, wie in voriger Figur bei der langen Dachseite die Zirkelweiten der Schiftsparren anwendet, und ferner die Punkte 20, 23, 24, 27, 28, 31, 32 und 35 der Linie 19, 32, *Fig. 169*, auf 1, 35 zurückträgt.

Die *Fig. 173* enthält die nämliche Zeichnung und stellt die Jagdbänder von unten dar; so dass die Zusammensetzung derselben bloss durch Oeffnungen in den punktirten Linien zu sehen ist. Die Darstellung derselben ist dergestalt geschehen, dass anstatt der Linien 1, 18, und 19, 32, *Fig. 169* und *170*, die Linien der untern Seiten der Jagdbänder &, 17, *Fig. 170*; &, 36, *Fig. 169* angewendet worden sind; die Punkte dieser letztern Linien sind auf 2, 37 und 2, *z*, *Fig. 173* zurückgetragen worden. Wir bemerken hier, dass die in den beiden Triangeln correspondirenden Höhen oder Horizontallinien hier nicht in einem Punkte der Gradsparrenkante zusammentreffen, wie in *Fig. 172*; weil die hier beschriebene erweiterte Zeichnung zu einer Pyramide gehört, welche ein dem innern Rechtecke der Mauerlatten ähnliches Rechteck zur Basis hat; während das von den äussern Linien der nämlichen Mauerlatten gebildete Rechteck die Basis zu der in *Fig. 172* ausgeführten Pyramide gegeben hat. Es hat daher die Operation wodurch der Gradsparren gewendet wurde, für beide Arten Mauer-

SA, *Sf*, the common top *S* of the four triangles shall rise according to be effected those folds, and to be approaching towards each other the two lines *CS* of the *Fig. 169* and *171*; and, when both the lines shall be confounded in a same vertical one, the four other straights of the out-line shall form a plan, the true basis of the part drawn of the roof. In considering the pyramid which results thence, one shall be convinced, 1.rst that all the points of the line *SC*, *Fig. 169*, Y″, Z″, &, P, are confounded with the ones of the *Fig. 171*, which are stamped with the same letters; 2.dly that the straights brought through those points parallely to every side of the basis of this pyramid, are on a level, at the same vertical height on each of the four surfaces, so that they form the outline of an horizontal section made in the whole pyramid at each of those various heights; 3.dly, and that nevertheless, in both the parts of the *Fig. 168*, the distance of these contiguous lines is different, and yet more unequally with the one which appears between the analogous lines on the *Fig. 169* and *170*.

115. The shapes of the braces V, v, *Fig. 156* and *158*, transferred on the *Fig. 169* for the side, and on the *Fig. 170* for the end, are also the elements of the extension *[ledgement]* of a maimed pyramid, which is alike used for drawing the cuts and framings of those braces, either on the lathing face, as int the *Fig. 172*, or in the ceiling's side, *Fig. 173*. Thus one may carry the length 1, 18 of the *Fig. 170*, on the straight 1, 37, *Fig. 172*, from 1 at 18; raise the perpendicular 18, 36, done equal to 36, 37, of the *Fig. 168*, and on it carry the apportionment of the braces; draw 1, 36, and two its parallels distanced according to the *Fig. 168*, and showing the hip's brace : in a such manner, the triangle of the half-end shall be drawn. Then, carrying on the straight 1, 37, the remarkable points of the line 1, 18, the superior one of the end's brace, *Fig. 170*, viz, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15 and 18, and bringing through those transferred points straights parallel to 18, 36; the one of the point 6 shall be the buttment's line; 10 shall give the neck's line; the ones drawn through 3 and 7 shall be used for cutting the end of the tenons at the framing beneath the collar *[unending]*. The points 11, 14, 15 and 18, shall give the same details for the draught of the framing withal the end's rafter.

The side's triangle shall be done in the same manner by making 1, 35, and 35, 36, respectively equal to 19, 32, and 32, 36 of the *Fig. 169*, applying on the *Fig. 172* the apportionment of rafters which belongs to the side, and carrying on 1, 35, the points 20, 23, 24, 27, 28, 31, 32, 35, of the line 19, 32, of the *Fig. 169*.

The *Fig. 173* shows the same details, but traced on the inferior face of the braces; thus, their framings are seen only in penetration, by the means of dotten lines. To form a such draught, instead of the lines 1, 18, and 19, 32 of the *Fig. 169* and *170*, have been used the ones of the inferior faces of the braces, &, 17, *Fig. 170*; &, 36, *Fig. 169*; and the points of those latter lines have been carried on 2, 37, and 2, *z*, *Fig. 173*: on what it is to be observed that the lines of height, or the horizontal lines which correspond to each other in the two triangles, don't coincide here in a same point of the hip's edge as in the *Fig. 172*; and indeed the extension represented here belongs to a pyramid whose base is a rectangle alike to interior one of the wall-plates, whilst the extent shown in the *Fig. 172* belongs to a pyramid of which base is alike to the exterior rectangled parallelogram of the wall-plates. Now the primitive operation of deviating the hip has determined for both the kinds of wall-plates two different breadths, what has induced for each kind of rafters and braces diverse depths : then the lines of height

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vrons et d'esseliers, des épaisseurs différentes. Les lignes de hauteur dont il est ici question ont bien un point réel de coïncidence, mais c'est sur l'arête intérieure de recreusement de l'arêtier.

Le rapprochement de ces deux figures fait sentir l'utilité des conseils que donne Frézier, liv. III, pag. 271, sur la disposition bien entendue des parties d'une description, et l'exactitude avec laquelle on doit y suivre les règles du dessin. On rencontre souvent des descriptions de ce genre qui sont extrêmement difficiles à concevoir, parce que les détails qu'elles contiennent présentent les choses vues sur une certaine face, tandis que le dessin doit montrer celle qui lui est opposée, ou quelquefois celle qui lui est contiguë; et lorsqu'à ces fautes est encore jointe celle du déplacement de la figure, la confusion devient extrême.

Trait particulier des Courbes, soit simples, soit angulaires (alongées), qu'on applique aux combles qui doivent simuler des voûtes.

116. En charpenterie, on exprime par le nom féminin *courbe* un volume de bois auquel on a donné, sur une ou plusieurs de ses faces, des courbures exigées pour la place qu'il doit occuper dans l'ensemble de l'ouvrage. Nous avons déjà expliqué, dans la seconde partie, celles qui appartiennent particulièrement aux escaliers; nous allons examiner celles qui sont nécessaires pour simuler un demi-berceau de voûte au périmètre d'un plafond.

Soit, *Fig. 174*, une partie de description horizontale faite dans la supposition que les murs de croupe et de long-pan sont d'égale épaisseur, comme l'indiquent les lignes ADG, BEF, et que les deux pentes sont égales aussi, comme le montre la ligne d'arête CD, qui ne ferait pas des angles égaux avec les deux murs, si l'arêtier était dévoyé. Sur la description verticale de l'une des fermes, *Fig. 175*, où la naissance de la courbe est indiquée par l'horizontale B C, on portera comme rayon de B en L la hauteur C&, et l'on tracera le quart de cercle B M, sur lequel on levera une *cerche* qui servira à tracer la courbure qu'il faut donner aux courbes soit du long-pan, soit de la croupe, à leur face de douelle.

117. Pour tracer par points la courbe angulaire [alongée] qui correspond à l'arêtier, et qui doit être elliptique, on divisera à volonté l'arc B M en un nombre suffisant de parties, soit égales, soit inégales, et l'on renverra chaque point de division M, P, Q, T, U, Y, B, sur la ligne d'arête, *Fig. 174*, en M, P, Q, T, U, Y, B, qui seront ainsi les projections horizontales des points de division correspondans sur la courbe d'arête, dont l'arc B M est aussi une projection verticale, mais oblique. On tracera donc une parallèle quelconque à CD, *Fig. 176*, par exemple I z; on la coupera par des perpendiculaires menées de chacun des points $M, P, Q, \&c.$, et qu'on fera, pour la partie située au-delà de I z, égales chacune à la partie de sa correspondante située au-dessus de L Z, *Fig. 175*, c'est-à-dire, I m = L M; 1 p = 1 P, &c. On aura ainsi autant de points qu'on voudra, m, p, q, t, y, b, d'un quart d'ellipse ayant ME pour demi grand axe, et L M, *Fig. 175*, pour demi petit axe, et sur lequel on levera la cerche qui servira à tracer la courbure qu'il faut donner à la douelle aux arêtes des faces verticales de la courbe angulaire, et aussi à l'arête rentrante de son recreusement, puisque, dans le cas particulier de cet exemple, c'est la même courbure pour toutes les trois. Cependant, pour mettre cette figure en rapport avec les suivantes, on a renvoyé chacun des points de division de la ligne d'arête, $M, P, Q, \&c.$, sur la ligne KH, pour construire séparément la courbe $n\ p\ q\ t\ u\ y\ 5$, appartenant proprement à l'une des faces verticales de l'arêtier.

Besondere Zeichnung der Bügen, *und zwar sowohl der einfachen als eckigen, welche bei gewölbten Dächern angewendet werden.*

116. Man bezeichnet mit dem Namen *Büge*, ein Holz, welches, des Platzes wegen, zu dem es bestimmt ist, an einer oder mehrern Seiten Biegungen erhalten hat. Nachdem wir bereits im zweiten Theile dieses Werkes diejenigen Bügen kennen gelernt haben, welche bei den Treppen vorkommen; so wollen wir nunmehr diejenigen erklären, welche zu halben Gewölbbogen am Umkreise einer Decke angewendet werden.

Die *Fig. 174* sey ein Theil einer horizontalen Vorstellung, bei welcher angenommen wird, dass die Walmen und Dachseitenmauern nach Maasgabe der Linien ADG, BEF einerlei Dicke haben, und dass ferner die beiden Abhänge sich ebenfalls gleich sind, wie solches aus der Kantenlinie CD zu ersehen ist; welche, wenn der Ecksparren gewendet wäre, mit den beiden Mauern keine gleichen Winkel beschreiben würde. Auf der verticalen Vorstellung eines der Binder, *Fig. 175*, wo der Anfang der Büge durch die horizontale Linie B C bezeichnet ist, trage man als Radius die Höhe C&, von B nach L; und ziehe den Quadrant B M, auf welchem man eine Lehre zeichnet, wonach die Krümmung, welche die Walmen oder Dachseitenbügen an der innern Seite erhalten sollen, ausgeführt wird.

117. Soll die eckige Büge, welche mit dem Gradsparren correspondirt, und elliptisch seyn muss, durch Punkte gezeichnet werden, so theile man nach Belieben den Bogen B M in eine hinreichende Anzahl gleicher oder ungleicher Theile, und trage jeden Theilungspunkt M, P, Q, T, U, Y, B, auf die Kantenlinie *Fig. 174*, nach M, P, Q, T, U, Y, B; sie sind solchergestalt die horizontalen Vorstellungen der correspondirenden Theilungspunkte auf der eckigen Büge, wovon der Bogen B M die verticale schräge Vorstellung ist. Zeichnet man sodann eine beliebige mit CD, *Fig. 176*, parallele Linie, z. B. I z; durchschneidet sie vermittelst der aus jedem der Punkte M, P, Q, u. s. w., gezogenen Perpendicularlinien, und macht jede von diesen letztern, für den ausserhalb I z gelegenen Theil, dem correspondirenden, über L Z, *Fig. 175* gelegenen Theile gleich; d. h. I m = L M, 1 p = 1 P, u. s. w., so erhält man die beliebige Anzahl Punkte m, p, q, t, y, b, eines Ellipsenviertels, dessen halbe grosse Axe, ME, und die halbe kleine Axe, L M, *Fig. 175* ist, und worauf man die Lehre zeichnet, nach welcher auf der innern Seite die Biegung sowohl an den Kanten der verticalen Flächen der eckigen Büge als auch an der eingehenden Kante des Ausschnitts gezeichnet wird; indem in dem besondern Falle dieses Beispiels, es die nämliche Biegung für alle drei ist. Um diese Figur mit den folgenden in ein Verhältniss zu bringen, so hat man einen jeden von den Theilungspunkten der Kantenlinie, M, P, Q, u. s. w., auf die Linie KH getragen, wonach die Büge $n\ p\ q\ t\ u\ y\ 5$, welche eigentlich zu einer der verticalen Flächen

Special Draught of the Curves, either simple or angulary [lengthened], *applied to the roofs representing vaults.*

116. In carpentry, the name *curve* designs a timber arched in one or many its faces conveniently to the place whom it ought to occupy in the work. We have already explained, in the second part, the curves belonging particularly to the stair-cases; and here we will consider the ones necessary to feign an half-bower of vault in a ceiling's outline.

Let be, *Fig. 174*, a part of an horizontal description made with supposing that the walls, either of the sides, or of the end, are equally deep, as show the lines ADG, BEF; and that both the inclinations *[shelvings]* are equal also, as shows the edge-line CD, which might not make angles equal with both eave-lines, if the hip should have been deviated. On the vertical description of a truss, *Fig. 175*, where the rise of the curve is shown by the vertical B C, carry as radius, from B at L, the height C&, and describe the quadrant B M, taking accordingly to it a size *[cerche]* to be used for drawing the curvity to be done to the curves either of the sides, or of the end, for the sweep *[intrados]*.

117. To draw by points the angulary curve belonging to the hip, and which ought to be elliptical, divide the arc B M in a whatever number of parts, either equal, or unequal, as you will; send back each of those dividing points M, P, Q, T, U, Y, B, on the edge-line, *Fig. 174*, at M, P, Q, T, U, Y, B, which thus shall be the horizontal projections of corresponding points of division for the edge-curve, of which the arc B M is also a vertical projection, but oblique. Then drawing a whatsoever parallel to CD, for instance, I z, *Fig. 176*; cutting it by perpendiculars raised through every points $M, P, Q, \&c.$, whose each, as to the part situated out I z, shall be done equal to its own correlative situated out L Z; *Fig 175*; viz, I m = L M, 1 p = 1 P, &c. In this manner you shall have so many points as you will for a quarter of an ellipsis, having ME for its half great axis, and L M, *Fig. 175*, for half small axis; and, according to it, you shall take the size *[mould]* to be used for tracing the curvity to be done at the sweep *[intrados]* to the edges of the vertical faces of the angulary curve; and also for the hollow grooved edge of it, since, in this particular case, the same curvity ought to be allow'd to these three curved edges. Yet, for likeness with the following figures, we have sent back the dividing points of the edge-line, $M, P, Q, \&c.$ on the straight KH, for drawing asunder the curve-line $n\ p\ q\ t\ u\ y\ 5$, belonging particularly to the one of the vertical faces of the hip.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S'il était exigé d'extradosser la voûte simulée, on tracerait, *Fig. 175*, l'arc d'extrados Z N; on y renverrait, par des rayonnantes du point L, les divisions de la douelle, en O, R, S, V, X, et l'on emploierait de la même manière les ordonnées de ces points pour construire le calibre d'arête d'extrados n o r s v x z, *Fig. 176*.

118. Pour second exemple, *Fig. 177, 178, 179* et *180*, nous supposerons que, la croupe étant plus raide que les longs-pans, l'arêtier a été dévoyé, mais que les murs ou pans de bois ont été faits chacun de l'épaisseur respective déterminée par le dévoiement de l'arêtier, comme le montrent les lignes *A D G*, *B E F* de la description horizontale, *Fig. 177*. Dans cette supposition, les courbes des long-pans seront de même circulaires, et l'angulaire sera elliptique: on les tracera absolument comme dans le premier cas. Mais les courbes de la croupe devront avoir une courbure elliptique, ayant pour demi grand axe la montée verticale L M, *Fig. 178;* et l'on en tracera la cerche au moyen d'une projection verticale particulière, que l'on construira exprès comme la *Fig. 180*.

119. Dans le troisième exemple, *Fig. 181, 182* et *183*, nous supposons, comme dans le second, que la différence des pentes a forcé de dévoyer l'arêtier, et, comme dans le premier, que les murs sont d'épaisseur égale; en sorte que la projection horizontale de la ligne d'arête *C D* ne passe pas par le point *E*, projection horizontale de l'angle formé par les faces intérieures des murs. Et comme il est cependant d'usage, dans les voûtes d'arête, de prendre cet angle pour l'origine de la courbe angulaire, on menera par ce point *E* une droite *E M* parallèle à *C D*, et qui, étant véritablement la projection de l'arête intérieure du recreusement à faire dans la courbe angulaire, servira, pour en tracer le calibre, aux mêmes usages que la portion *E M* de *C D*, qui a été employée dans les deux exemples précédens; en sorte qu'il est inutile d'en répéter ici les détails. Mais il est bon d'observer que, dans ce cas, la courbe d'arêtier n'ayant qu'une petite portion de son épaisseur sous le coyer d'arêtier, doit y être boulonnée par le côté, à moins que l'on n'ait réservé au coyer un bossage pour en recevoir l'assemblage supérieur.

120. *Fig. 184, 185, 186* et *187*. Dans les trois exemples précédens, les courbes de charpente n'ont point d'autre objet que de recevoir le lattis du lambrissage, et sont supposées devoir être recouvertes d'un enduit en plâtre ou blanc en bourre. Dans celui-ci nous supposons, 1.° qu'il existe un avant-corps qui entraîne deux courbes angulaires, l'une sur l'angle rentrant, et l'autre sur l'angle saillant; 2.° que, chaque partie du demi-berceau devant recevoir des bas-reliefs ou autres ornemens, les faces des courbes, ainsi que celles des traverses haut et bas, doivent avoir une largeur uniforme, pour former bordure aux enfoncemens ornés.

Soient, dans la description horizontale, *Fig. 184, A B C D, E F G H*, le dérasement supérieur de l'imposte qui doit porter la naissance du demi-berceau; *I J K L*, la projection des lignes de sommité données à la surface du plafond: les diagonales *K B*, *J C*, seront les projections des arêtes respectives, l'une recreusée, l'autre saillante, des deux courbes. Parallèlement à chacune, et à distance arbitraire, mais égale, on a mené les lignes d'emprunt m n, o p, q r, s t, qui sont ainsi les traces d'autant de coupes verticales parallèles aux diagonales. Les commissures des courbes à la naissance de la voûte [les pas] sont indiquées par les sections a b *B* c d *G* a pour l'angle rentrant, et f *C* g h e pour le saillant.

Soient encore, *Fig. 185*, S T U V, X Y L Z, les profils des traverses du haut et du bas, et M, N, des Gradsparrens gehört, einzeln gezeichnet werden kann.

Soll die äussere Bogenseite beschrieben werden, so zeichnet man nach *Fig. 175*, den Bogen Z N; trägt darauf vermittelst der aus dem Punkte L ausgehenden strahlenförmigen Linien, die Theilungen der innern Bogenseite nach O, R, S, V, X; und bedient sich auf die nämliche Weise der Ordinaten dieser Punkte um die Lehre der äussern Kante n o r s v x z, *Fig. 176* zu zeichnen.

118. Bei dem zweiten Falle, *Fig. 177, 178, 179* und *180* nehmen wir an, dass der Ecksparren, weil der Walmen steiler ist als die langen Dachseiten, gewendet worden sey; und dass die Mauern oder Holzwände die wegen der Wendung des Gradsparrens nöthig gewordene Dicke erhalten haben; wie solches in *Fig. 177* aus den Linien *A D G*, *B E F*, der horizontalen Vorstellung zu ersehen ist. Die Bügen der langen Dachseiten sind hier ebenfalls zirkelrund, und die eckige elliptisch. Die Zeichnung derselben geschieht ganz so wie im ersten Falle. Die Walmenbügen müssen jedoch eine elliptische Krümmung erhalten, weil sie zur halben grossen Axe die verticale Höhe L M, *Fig. 178* haben. Die Lehre wird vermittelst einer besondern verticalen Projection gezeichnet, welche man nach Anleitung der *Fig. 180* ausführt.

119. Bei dem dritten Falle, *Fig. 181, 182* und *183* nehmen wir an, dass wie im zweiten, wegen des Unterschiedes des Abhanges, der Gradsparren hat gewendet werden müssen, und dass, wie im ersten Falle, die Mauern einerlei Dicke haben, so dass die horizontale Projection der Kantenlinie *C D*, nicht durch den Punkt *E* geht, welches die horizontale Vorstellung des von den innern Flächen der Mauern gebildeten Winkels ist. Und da man bei eckigen Gewölben diesen Winkel als Anfang der eckigen Büge zu nehmen pflegt; so ziehe man durch diesen Punkt *E*, eine gerade Linie *E M*, parallel mit *C D;* sie wird die wahre Projection der innern Kante des an der eckigen Büge zu machenden Ausschnittes seyn, und bei der Zeichnung der Lehre eben so dienen, wie der Theil *E M* von *C D*, welcher bei den vorigen Beispielen zu diesem Behufe angewendet wurde; so dass eine nochmalige Beschreibung überflüssig wäre. Wir bemerken jedoch, dass hier die Büge des Gradsparrens, weil ihre Dicke unter dem Schifter dieses Sparrens sehr gering ist, daselbst an der Seite mit Schrauben befestigt werden muss, es wäre denn dass man an dem Schifter einen Vorsprung zur obern Zusammensetzung angebracht hätte.

120. *Fig. 184, 185, 186* und *187*. Die Bestimmung der Bügen war bei den drei vorigen Fällen die, dass das Lattenwerk darauf befestigt wird; auch müssen sie auf ihrer obern Seite übergypst oder überkalcht werden. Bei gegenwärtigem Falle nehmen wir an, dass 1.° ein vorderer Aufsatz vorhanden ist, welcher zwei eckige Bügen nöthig macht, die eine am eingehenden, und die andere am vorspringenden Winkel; dass da 2.° an jedem Theile des halben Gewölbbogens, Basreliefs oder andere Zierrathen angebracht werden sollen, so müssen sowohl die Bügen als die obern und untern Querhölzer einerlei Breite haben, um den verzierten Vertiefungen als Einfassung zu dienen.

Es sey in der horizontalen Vorstellung *Fig. 184, A B C D, E F G H*, die obere flache Seite des Imposts oder Kämpfers, welcher den Fuss des halben Gewölbbogens trägt; *I J K L* seyen die an der Decke gegebenen Höhenlinien. Die Diagonallinien *K B*, *J C* seyen die beiden respectiven Bügenkanten, von denen die eine ausgeschnitten und die andere vorstehend ist. Parallel mit jeder sind in beliebigen aber gleichen Abständen die entlehnten Linien m n, o p, q r, s t gezogen worden; sie sind solchergestalt die Vorstellungen zu eben so viel verticalen mit den Diagonallinien parallelen Durchschnitten. Die Verbindungen der Bügen am Fusse des Gewölbbogens, sind durch die Durchschnitte a b *B* c d *G* a für den eingehenden, und durch e f *C* g h e für den hervorspringenden Winkel angedeutet worden.

Es seyen ferner *Fig. 185*, S T U V, X Y L Z, die Profile zu den obern und untern Querhölzern;

If the out-face of the feigned vault *[extrados]* ought to be likely shaped, draw out, *Fig. 175*, the arc Z N; send back on it, by means of rays through the center L, the divisions adopted for the arc interior, at O, R, S, V, X; and in the same manner employ the ordinates of those last points for drawing the mould of the exterior edge n o r s v x z, *Fig. 176*.

118. For second example, *Fig. 177, 178, 179* and *180*, we will suppose that, the end being steeper than the sides, the hip has been deviated; but that the walls or plastered walls have been made with an unequal depth determinated by the deviating of the hip, as show the lines *A D G, B E F*, of the horizontal description, *Fig. 177*. In a such hypothesis, the curves of the sides ought to be alike circular, and the angulary one, elliptical, as in foregoing case. But the curves of the end need to have an elliptical curvity, whose the half greater axis shall be the vertical height L M, *Fig. 178;* and the own mould *[cerche]* of it shall be drawn by means of a vertical projection made in this purpose, as in the *Fig. 180*.

119. In the third example, *Fig. 181, 182* and *183*, we suppose, as in the second, that the difference of the shelvings has required the deviating of the hip; and, as in the first, that the walls are quite equally deep, so that the horizontal projection of the edge *D C* cannot pass through the point *E*, the horizontal projection of the angle interior of the walls. And since, in the vaults cross-wise, it is used to take this angle of the walls as the rise of the angulary curve, bring through this point *E* a straight *E M* parallely to *C D*, which, being really the projection of the internal edge of the grooving to be done in the angulary curve, shall be used for tracing the size *[mould]* of it, as the part *E M* of *C D*, which has been employed for it in the two foregoing examples; so that should be needless to repeat here those details. Nevertheless it is to be remarked that, in this case, the angulary curve, doing not have but a small part of its depth under the hip's diagonal collar, ought to be bolted sideways on it, unless a tessel should have been reserved in the collar for receiving the upper framing of the curve.

120. *Fig. 184, 185, 186* and *187*. In the three foregoing examples, the curves don't have object, unless for receiving the laths of the ceiling, and are supposed to be covered with any plastering. We now suppose, in this fourth case, 1.st that there is a forebody which needs two angulary curves, the one salient in jutty-angle, the other grooved in hollow corner; 2.^{dly} that each part of the half-bower being to receive offals or other adornments, the faces of the curves, as well as of the cross-pieces, either upper or under, ought to have an uniform breadth to form a kind of frame for the adornated sinkings.

Let be, in the horizontal description, *Fig. 184, A B C D, E F G H*, the upper-levelness of the impost which is to bear the rise of the half-bower; *I J K L*, the projection of the lines of summit, given in the surface of the ceiling: the diagonals *K B*, *J C*, shall be the respective projections of the two edges, the one grooved, the other jutted, of the curves. At an equal wished distance on each side from each diagonal are straights parallel borrowed m n, o p, q r, s t, which thus are the traces of so many vertical sections made parallely to the diagonals. The joints of the curves, at the rise of the vault *[the heels]*, are designed by the sections a b *B* c d *G* a for the hollow angle, and e f *C* g h e for the jutty.

Let be also, *Fig. 185*, S T U V, X Y L Z, the profiles of the cross-pieces, and M, N, O, P, Q, R,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

O, P, Q, R, des divisions faites à volonté à l'intrados du cintre primitif. Par chacun de ces points de division, on a mené sur *K B, Fig. 184*, des ordonnées parallèles à L K, que l'on a ensuite renvoyées perpendiculairement à elles-mêmes sur *J C*, et retournées encore perpendiculairement à *J C*, et indéfiniment, vers la *Fig. 186;* et ainsi les diagonales et leurs parallèles se trouvent divisées conformément aux divisions adoptées pour l'intrados du cintre primitif.

121. Pour établir la cerche d'arête de douelle de la courbe saillante par le moyen de sa projection verticale, on a mené *J C*, *Fig. 186*, parallèle à *J C* de la description horizontale, et l'on a tracé le quart d'ellipse J', 1, 2, 3, 4, 5, 6, C, comme il a été expliqué (n.° 117) : on a formé de même la courbe t u v x y z &s, au moyen des divisions de la ligne d'emprunt s t ou r q.

Pour former la cerche des arêtes latérales de la courbe, on emploiera les descriptions auxiliaires 13, 14, 15, 16, 17 et 18, dont nous expliquerons seulement celle cotée sous le n.° 16, la construction des autres étant absolument semblable. Au point 4 on menera 4 *C'* normale à la courbe de douelle, c'est-à-dire, perpendiculaire à la tangente en ce point; et parallèlement à 4 *C'*, les deux droites q' r', s' t', qui en sont écartées de part et d'autre comme q r, s t, le sont de *J C*, *Fig. 184*. Portez la distance 4 y de *C'* en *y''*, et par ce dernier point menez 19, 21 perpendiculaire à 4 *C'*; puis tracez *C'* 19 et *C'* 21, que vous couperez en f' et g', en y portant la largeur des champs de face *C* f, *C* g, *Fig. 184*. Aux points f' et g' menez perpendiculairement à ces deux lignes f' e', g' h', que vous ferez aussi égales à f e et g h de la description horizontale; tracez la ligne d'extrados e' h' et la perpendiculaire f' *f;* portez *C' f* de 4 en *f'*: vous aurez un point de la cerche des arêtes latérales de la courbe à l'intrados; et vous en auriez un correspondant de celle de l'extrados, si vous portiez de même *C' y* de 4 en *y'*.

Pour concevoir cette opération, il faut imaginer un plan passant par la normale et par la tangente de douelle au point 4, et qui couperait aussi l'arête latérale donnée par la ligne d'emprunt, en un point plus éloigné par rapport à un autre plan perpendiculaire au premier, et passant par le centre de courbure. La différence d'éloignement de ces deux intersections est visiblement 4 y, en sorte que la *Figure* cotée *16* présenterait, rabattue sur le plan du dessin, la section faite dans la courbe au point 4, perpendiculairement à l'arête de douelle, si la largeur du champ était *C* r ou *C* s, *Fig. 184*. Ainsi les deux lignes *C'* 19, *C'* 21, forment entre elles l'angle linéaire égal à l'angle plan que les deux champs doivent former dans le volume au point 4; et la sous-tendante de cet angle serait 19, 21, si la courbe devait occuper tout l'espace compris entre les deux lignes d'emprunt. Donc, en réduisant cette figure à la largeur de champ demandée, *C'* f', *C'* g', et y donnant aussi les largeurs de retour réelles, f' e', g' h', la figure auxiliaire devient la section réelle de la courbe proposée.

Pour avoir la projection horizontale des deux arêtes latérales tant à l'intrados qu'à l'extrados de la courbe, de part et d'autre de l'arête saillante *J C*, *Fig. 184*, on y abaissera les points *f''* et *y'* en *f'''* et *y''*, par les ordonnées *f' f'''*, *y' y'';* et de *f'''* on portera de part et d'autre en f'' et g'' la longueur f' *f*, *Fig. 186*, n.° 16, puisque c'est la distance réelle où l'arête latérale d'intrados se trouve du plan vertical qui passerait par l'arête saillante représentée par la diagonale *J C*. En transportant de même e' y en e'', h'', *Fig. 184*, de part et d'autre de *y''*, on aura la retombée des deux points d'arête d'extrados qui sont dans le plan normal au point 4.

und M, N, O, P, Q, R, die auf der innern Bogenseite nach Belieben gemachten Theilungspunkte, durch welche bei jedem auf *K B*, *Fig. 184* mit L K parallele Ordinaten gezogen worden sind; solche sind sodann auf *J C* mit sich gegenseitig perpendicular geführt, und abermals perpendicular mit *J C*, und unbestimmt nach *Fig. 186* zurückgetragen worden; so dass nun die Diagonallinien nebst ihren Parallellinien so getheilt sind, wie es die für die innere Bogenseite angenommenen Theilungen erfordern.

121. Um die Lehre zur innern Seite der hervorspringenden Büge vermittelst ihrer verticalen Projection zu zeichnen, so ist *J C*, *Fig. 186*, mit *J C* der horizontalen Vorstellung parallel gezogen, und das Ellipsenviertel J', 1, 2, 3, 4, 5, 6, C nach Maasgabe des Art. 117: gezeichnet worden, Eben so ist die Büge t u v x y z &s, vermittelst der bei der entlehnten Linie s t oder r q gemachten Theilungen ausgeführt worden.

Soll die Lehre zu den Seitenkanten der Büge gezeichnet werden, so bedient man sich der zugegebenen Projectionen 13, 14, 15, 16, 17 und 18, von denen wir bloss die mit N.° 16 bezeichnete erklären wollen; indem die übrigen ganz auf die nämliche Weise gezeichnet werden. Bei dem Punkte 4, ziehe man 4 *C'*, normal mit der innern Bügenseite, d. h. perpendicular mit dem daselbst befindlichen Tangent, und parallel mit 4 *C';* die beiden geraden Linien q' r', s' t, stehen zu beiden Seiten davon so weit ab, als q r und s t von *J C*, *Fig. 184* abstehen. Man trage den Abstand 4 y von *C'* nach *y''*, und ziehe durch diesen letztern Punkt, 19, 21 perpendicular mit 4 *C';* zeichne sodann *C'* 19 und *C'* 21, welche man bei f' und g' durchschneidet, und die Breite der vordern Felder *C* f, *C* g, *Fig. 184* dahin bringt; bei dem Punkte f' und g', ziehe man perpendicular mit diesen zwei Linien, f' e', g' h', und mache sie den in der horizontalen Vorstellung enthaltenen Linien f e und g h gleich; zeichne die äussere Bogenlinie e' h', nebst der Perpendicularlinie f *f*, und trage *C f* von 4 nach *f';* dadurch erhält man einen Punkt zur Lehre für die Kanten an der innern Bogenseite. Führte man *C' y* von 4 nach *y'*, so erhielte man einen mit der äussern Bogenseite correspondirenden Punkt.

Diese Operation wird noch deutlicher, wenn man sich einen Plan denkt, welcher bei dem Punkte 4 durch die Normallinie und durch den Tangent der innern Bogenseite geht, und die gegebene Kante vermittelst der entlehnten Linie an einem Punkte durchschneidet, welcher entfernter ist, und zwar in Bezug auf einen andern Plan, welcher mit dem ersten perpendicular ist, und durch den Mittelpunkt der Biegung geht. Der Unterschied in der Entfernung dieser beiden Punkte ist offenbar 4 y; so dass die *Fig. 16* den an der Büge bei dem Punkte 4 mit der innern Kante perpendicular gemachten Durchschnitt auf den Plan umgelegt darstellen würde, wenn die Breite des Feldes *C* r oder *C* s, *Fig. 184* wäre; diesem zufolge bilden die beiden Linien *C'* 19, *C'* 21 zusammen den geometrischen Winkel, der dem flachen Winkel gleich ist, den die beiden Felder bei dem Punkte 4 bilden müssen; die Sehne dieses Winkels wäre sodann 19, 21, wenn die Büge den ganzen Raum zwischen den beiden entlehnten Linien einnähme. Reducirt man nun diese Figur auf die verlangte Felderbreite *C'* f, *C'* g', und giebt die wahren Breiten der Wiederkehr f' e', g' h', mit an; so wird die zugegebene Figur der wahre Durchschnitt der gegebenen Büge seyn.

Man erhält die horizontale Vorstellung der beiden Seitenkanten, sowohl an der innern als äussern Bügenseite dadurch, dass man zu beiden Seiten der Kante *J C*, *Fig. 184*, die Punkte *f'* und *y'* auf *f''* und *y''* vermittelst der Ordinaten *f' f'''*, *y' y''* herabzieht, und die Länge f *f*, *Fig. 186*, N.° 16 von *f'''* nach f' und g'' bringt; indem dieses der wahre Abstand ist, in welchem sich die Kante an der innern Seite von dem verticalen Plane befindet, welcher durch die hervorspringende in der Diagonallinie *J C* dargestellte Kante hindurchgeht. Trägt man ferner e' y nach e'', h'', *Fig. 184*, zu beiden Seiten von *y''*, so erhält man die beiden Punkte zu

divisions adopted for the sweep *[intrados]* of the primitive center. Through each of those dividing points, bring on *K B*, *Fig. 184*, ordinates parallel to L K; send back them on *J C* perpendicularly to themselves, and send again alike and indefinitely towards the *Fig. 186;* thus the diagonals and their parallels shall be divided accordingly to the divisions adopted for the sweep of the primitive center.

121. To establish the size of the edge internal of the jutting curve *[edge's mould at the sweep]* by means of its vertical projection, bring *J C*, *Fig. 186*, parallely to *J C* of the horizontal description, and draw the quarter of an ellipsis J', 1, 2, 3, 4, 5, 6, C, as it has taught (n.r 117); and form in the same manner the curve-line t u v x y z &s, by means of the divisions of the borrowed line r q or s t.

To form the size of the lateral edges of the curve, shall be used the auxiliary descriptions 13, 14, 15, 16, 17 and 18, whose we will explain only one, stamped with the number 16, since the establishing of every each other should be quite alike. Through the point 4, bring 4 *C'* perpendicularly to the tangent at this point to the internal curve-line *[normal];* and parallely to 4 *C'*, the two straights q' r', s' t', distanced on each side as q r and s t are from *J C*, *Fig. 184*. Take off 4 y and put from *C'* at *y''*; and through y'' draw 19, 21 perpendicular to 4 *C'*: then trace *C'* 19, *C'* 21, and cut them in f' and g' by means of the given breadth of the faces *C* f, *C* g, *Fig. 184*. Through the points f' and g', bring perpendicularly to those latter lines f' e', g' h', equal also to f e and g h of the horizontal projection; draw the external line e' h' *[extrados]*, and the perpendicular f' *f;* then carry *C' f* from 4 to *f'*: that point shall belong to the size of the lateral internal edges of the curve *[intrados]*. *C' y*, being alike carried from 4 at *y'*, should give the corresponding external point *[extrados]*.

To perceive a such establishment, it is to be imagined a plane passing along the normal and the tangent lines at the same point 4 of the internal curve-line: this plane should cut also the lateral edge given by the borrowed line, in a point farther with regard to another plane perpendicular to the first imagined, and passing through the center of curvity. The difference between the distances of these sections from the latter supposed plane, is evidently 4 y', so that the *Fig. 16* should show abated on the draught's plane the section made into the curve at the point 4 of its internal edge, if the breadth of the faces should be *C* r or *C* s, *Fig. 184*. Then the lines *C'* 19, *C'* 21, form into each other the lineary angle equal to the plan-angle *[backing]* whom the two searched faces ought to form at this point 4; and the subtense of this angle should be 19, 21, if the curve could occupy the whole bulk included between the borrowed lines. Thus, by reducing a such figure accordingly to the given breadth of points *C'* f, *C'* g', and giving again to it the real external breadth f' e', g' h', this auxiliary figure becomes the real section of the proposed curve.

To draw the horizontal projection of the lateral edges of the curve, either internal or external, on both the sides of the jutting edge *J C*, *Fig. 184*, drop there the points *f'* and *y'* at *f''* and *y''*, by means of the ordinates *f' f'''*, *y' y''*; and from *f'''*, carry at f'' and g'' the length f' *f* of the *Fig. 186*, n.r 16; since it is the real distance where the lateral internal edge *[of the intrados]* is from the vertical plane which should pass along the jutting edge projected in *J C*. By carrying alike the length e' y from *y''* at e'' and h'', you shall have the projections of the two corresponding external points *[of the extrados]*, which stand in the same plane normal at the point 4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En opérant de même avec chacune des projections auxiliaires, cotées 23, 24, 25, 26, 27 et 28, *Fig. 187*, on aura aussi les projections verticales et horizontales de la courbe qui occupe l'angle rentrant.

122. Le cinquième exemple, au moyen des *Fig. 188, 189, 190, 191* et *192*, montre le tracé d'un lien ou autre courbe à double courbure (cintrée en plan et en élévation), soutenant une traverse, une sablière ou autre pièce de cette sorte, courbe aussi, qui est en saillie sur un pan de bois plan. Dans la *Fig. 190*, on voit en projection verticale le cintre primitif vertical du lien; c'est le quart de cercle 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, décrit du centre c, qu'on a divisé arbitrairement d'une manière quelconque. La *Fig. 189* en est la projection horizontale, et la courbure en plan s'y trouve représentée par un arc de 60 degrés, 8, 9, 10, 11, 12, et une portion d'un arc d'un rayon plus grand, 12, 13, 14, appartenant tous les deux au quart d'un ovale en anse de panier. Les divisions opérées dans la projection verticale y sont projetées par des perpendiculaires aux points 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, sur la trace horizontale d'une section supposée faite verticalement par le milieu de la largeur du lien. Pour faciliter l'usage combiné de ces deux descriptions, la seconde a été reportée *Fig. 188*, et renversée de manière que les divisions 8, 9, 10, &c. y sont représentées sur la ligne milieu g m, par les points g, h, i, j, k, l, m; et au moyen de rayonnantes dirigées aux centres *C, H*, relatifs à chacune des deux parties de l'arc, on a eu les divisions correspondantes sur les traces des deux faces verticales, l'une extérieure et convexe (en plan), a, r, q, p, o, n, d, l'autre intérieure et concave, b, s, t, u, v, x, c, qui représentent chacune deux arêtes du lien, l'une extérieure, l'autre intérieure, par rapport au cintre de l'élévation. On voit aussi dans cette dernière figure le plan de la traverse, plus fort que le lien, et formé d'arcs concentriques à ceux qui représentent le lien, *A B* et *D E* de 60 degrés, et *B G, E F*, de 30 degrés.

123. Pour tracer la description d'extension [la herse], *Fig. 192*, on a pris pour directrice 1, 7, perpendiculaire à c b de la *Fig. 188*, et l'on a mené parallèlement à cette dernière les transversales 1 g', 2 h', &c., espacées comme le sont entre elles celles de la *Fig. 191*; puis, par les points g, h, i, j, k, l, m, *Fig. 188*, on a mené perpendiculairement à b c des droites qui, par leurs intersections avec les transversales, ont donné les points g', h', i', &c., qui ont servi à tracer la cerche de la ligne milieu: les cerches des arêtes inférieures ont été tracées de même au moyen des points a, r, q, &c., pour celle de la face convexe (en plan), et b, s, t, &c., pour celle de la face concave.

124. Comme le lien proposé fait partie d'un cylindre creux, pour développer ses faces latérales par le moyen de la section imaginée au milieu de sa largeur, on a d'abord mené, *Fig. 191*, par les points de division de la *Fig. 190*, des transversales de hauteur, perpendiculaires à la droite 7, 14; savoir, 1, 1; 2, 2; 3, 3, &c.; puis sur trois autres droites arbitraires, g m, a d, b c, aussi perpendiculaires à 7, 14, on a rectifié les trois arcs de la *Fig. 188*, chacun avec ses divisions, en portant toutes ces parties de longueurs à partir d'une directrice 7 d, perpendiculaire aux transversales, et l'on a mené à celles-ci des perpendiculaires par tous les points de division des trois rectifications. On a fait passer la courbe 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, par les intersections des transversales et des perpendiculaires élevées des divisions de la rectification g m, et l'on a eu ainsi l'extension de la ligne milieu du lien à la face inférieure (qui est extérieure par rapport au cintre de l'élévation); la même chose a eu lieu pour les arêtes

den äussern Kanten, welche sich in dem normalen Plane bei dem Punkte 4 befinden.

Verfährt man auf gleiche Weise mit den zugegebenen Projectionen 23, 24, 25, 26, 27 und 28, *Fig. 187*, so erhält man die verticale und horizontale Vorstellung von derjenigen Büge, welche am eingehenden Winkel steht.

122. Der fünfte Fall, *Fig. 188, 189, 190, 191* und *192*, giebt die Zeichnung eines Bandes oder Büge mit doppelter Biegung (und zwar sowohl im Grund- als Aufriss), welche einen Querbalken, Schwelle, oder anderes Holz dieser Art unterstützt; dieses letztere ist ebenfalls gekrümmt, und ragt an einer Holzwand vor. In *Fig. 190* ist die Biegung des Bandes vertical vorgestellt: sie ist das Zirkelviertel 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, welches aus dem Mittelpunkte c beschrieben, und auf willkührliche Weise eingetheilt worden ist. Die *Fig. 189* stellt die Biegung horizontal dar; und zwar vermittelst eines Bogens von 60 Graden, 8, 9, 10, 11, 12, und eines Zirkeltheils mit einem grössern Radius, 12, 13, 14; beide gehören zum Viertel eines halben Ovals. Die in der verticalen Vorstellung gemachten Theilungen sind durch Linien ausgedrückt, welche mit den Punkten 8, 9, 10, 11, 12, 13 und 14 perpendicular sind. Diese Punkte befinden sich auf der horizontalen Vorstellung eines Durchschnittes, welcher Mitten in der Breite des Bandes gemacht worden ist. Um die Anwendung dieser beiden combinirten Vorstellungen zu erleichtern, so ist die zweite in *Fig. 188* wiederholt, und dergestalt umgekehrt worden, dass die Theilungen 8, 9, 10, u. s. w. daselbst auf der Mittelline g m, vermittelst der Punkte g, h, i, j, k, l, m dargestellt worden sind. Die nach den Mittelpunkten *C, H*, gerichteten strahlenförmigen Linien, geben die correspondirenden Theilungen auf der Zeichnung der beiden verticalen Flächen, wovon die äussere und erhabene (im Grundrisse) a, r, q, p, o, n, d, die innere und ausgehölte aber b, s, t, u, v, x, c, ist, und welche jede insbesondere, und zwar in Bezug auf den Bogen des Aufrisses, zwei Kanten des Bandes, die äussere und die innere vorstellen. Diese letztere Figur zeigt ferner den Grundriss des Querbalkens, welcher stärker ist als das Band, und aus Bogen zusammengesetzt ist, die mit denjenigen concentrisch sind, welche das Band *A B* und *D E* von 60 Grad, und *B G, E F*, von 30 Grad, darstellen.

123. Um die erweiterte Vorstellung (Egge), *Fig. 192* zu zeichnen, ist als Directionslinie, 1, 7, perpendicular mit c b, *Fig. 188* genommen worden; parallel mit dieser letztern gehen die schrägen Linien 1 g', 2 h', u. s. w., welche so weit von einander abstehen, wie die Zwerchlinien *Fig. 191*: sodann sind durch die Punkte g, h, i, j, k, l, m, *Fig. 188*, gerade Linien perpendicular mit b c geführt worden; aus denselben ergeben sich vermittelst ihrer Durchschnitte mit den schrägen Linien die Punkte g', h', i', u. s. w., nach denen die Lehre zur Mittellinie gezeichnet worden ist. Die Lehren zu den untern Kanten sind bei der erhabenen Fläche (im Grundrisse) vermittelst der Punkte a, r, q, u. s. w., und bei der ausgehölten, durch die Punkte b, s, t, u. s. w.; gezeichnet worden.

124. Das gegebene Band macht einen Bestandtheil eines hohlen Cylinders aus: um nun die Zeichnung der Seitenflächen vermittelst des in der Mitte seiner Breite angenommenen Durchschnitts auszuführen, so sind zuvörderst *Fig. 191* durch die Theilungspunkte der *Fig. 190*, schräge Höhenlinien, welche mit der geraden Linie 7, 14, perpendicular sind, gezogen worden; nämlich: 1, 1; 2, 2; 3, 3; u. s. w.: sodann sind auf drei andern geraden willkührlichen Linien g m, a d, b c, welche ebenfalls mit 7, 14 perpendicular sind, die drei Bogen der *Fig. 188* rectificirt worden, und zwar jeder mit seinen Theilungen, wobei diese sämmtlichen Längentheile aus einer Directionslinie 7 d, welche mit den schrägen Linien perpendicular ist, gezogen, und zu diesen letztern durch alle Theilungspunkte der drei rectificirten Bogen Perpendicularlinien geführt worden sind. Die Büge 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ist durch die Durchschnitte der schrägen und perpendicularen Linien, welche aus den Thei-

The auxiliary projections to the *Fig. 187*, and stamped with the numbers 23, 24, 25, 26, 27 and 28, shall give in the same manner the descriptions, either horizontal or vertical, of the curve which ought to occupy the hollow angle.

122. For a fifth example, the *Fig. 188, 189, 190, 191* and *192*, show the draught of a brace, or another curve with double curvity *[arched on the plan and the profile]*, supporting a cross-timber, a beam, or another such piece, also itself arched and jutting out plan plaistered-wall. The *Fig. 190* shows vertically projected the primitive center vertical of the brace; the quadrant 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, described from the center c, and divided arbitrarily in a whatever manner. The *Fig. 189* shows the horizontal projection of it; and the curvity, with regard to the plan, is there an arc of 60 degrees, 8, 9, 10, 11, 12, and a part of another arc 12, 13, 14, belonging to a greater radius, so that they form together an half oval *[basket's handle]*. The divisions adopted for the vertical projection are here projected by perpendiculars at the points 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, on the horizontal trace of a section we suppose made vertically through the middle breadth of the brace. To use more easily these two descriptions, the latter is transferred *Fig. 188*, and so inverted that the divisions 8, 9, 10, &c., are represented there on the middle line g m, by the points g, h, i, j, k, l, m; and by means of rays direct at the centers *C, H*, relative to each part of the two arcs, the corresponding divisions have been obtained on the traces of the vertical faces of the brace, the one external and convex (whith regard to the plan), a, r, q, p, o, n, d; the other internal and concave, b, s, t, u, v, x, c: of which every one represents two edges of the brace, the one external, and another internal, with regard to the vertical primitive center. Besides this last figure shows also the plan of the cross-timber, bigger than the brace, and formed with arcs concentric to the ones of the brace, *A B* and *D E*, of 60 degrees, and *B G* and *E F*, of 30 degrees.

123. To draw the description of extent *[lodgement]*, *Fig. 192*, take for a directress 1, 7, perpendicular to c b of the *Fig. 188*, and bring parallely to this straight the transverse-lines 1 g', 2 h', &c., distanced from each other as their analogous ones are in the *Fig. 191*; then, through the points g, h, i, j, k, l, m, *Fig. 188*, lift perpendicularly to b c straights whose intersections with the transverse-lines at the points g', h', i', &c., shall give the size *[mould]* of the middle line of the curve: the sizes of the edges shall be drawn alike by means of the points a, r, q, &c., for the faces convex (with regard to the plan), and b, s, t, &c., for the face concave.

124. As the proposed brace is a part of an hollow cylinder, to display its lateral faces by means of the section supposed in the middle breadth, bring forthwith, *Fig. 191*, through the dividing points of the *Fig. 190*, transverse-lines of height 1, 1; 2, 2; 3, 3; &c., perpendicularly to the straight 7, 14; then on three other arbitrary perpendiculars g m, a d, b c, arright *[rectify]* the three arcs of the *Fig. 188*, every one with own its divisions, carrying all the length's part of them from a directress 7 d, perpendicular to the transverse-lines, and bring parallels to this directress through all the points dividing of the three rectifications. The curve-line 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, passing through the intersections of the transverse-lines with the perpendiculars rised from the divisions of the arrighted g m, shall be the real extent of the brace's middle line at the inferior face (which is the external with regard to the vertical primitive center): an alike curve-line results on the same manner for the edges of the same face of the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la même face du lien dans les deux autres courbes menées par les intersections des mêmes transversales et des perpendiculaires données par les divisions des deux autres rectifications, a d et b c. Quant à la face supérieure du lien, pour qu'il ait sensiblement par-tout une épaisseur égale à sa largeur, il suffit de mener à la courbe milieu, par ses points 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, des normales 1 *g*, 2 *h*, &c., que l'on fait égales à la largeur a b, r s, &c., *Fig. 188.*

125. La courbe qui passe par les points *g*, *h*, *i*, *j*, *k*, *l*, *m*, *Fig. 191*, contient réellement l'extension de la ligne milieu de la face supérieure du lien, mais développée sur une surface plane. On doit la rapporter sur la projection horizontale au moyen de la ligne de rectification g m, sur laquelle on abaissera perpendiculairement les points *g*, *h*, *i*, &c., d'où on les transportera sur l'arc milieu de la *Fig. 188*, où ils sont marqués des mêmes signes littéraux. On menera donc par ces derniers points de la *Fig. 188*, de nouvelles perpendiculaires à b c, et, à la *Fig. 191*, par les points correspondans, de nouvelles transversales que l'on transportera à la *Fig. 192*, et qui y donneront, par leurs intersections avec ces perpendiculaires, les points de passage de la cerche de la ligne milieu de la face supérieure du lien. Et pour avoir les cerches des arêtes de la même face, on joindra g' *g*, h' *h*, &c.; et, par les points trouvés pour celles de la face inférieure, on menera à ces dernières lignes des parallèles qui seront encore égales à la largeur a b, r s de la *Fig. 188*, en les terminant aux transversales qui ont donné les divers points *g*, *h*, *i*, &c. de la ligne milieu supérieure.

Observation. Si ce lien devait être décoré d'embases à ses commissures d'about, comme on l'a indiqué aux *Fig. 189* et *190*, on débillarderait à chacune de ses faces la quantité de bois qu'exigerait le contour de l'adouci.

126. La sorte de courbe dont le tracé est détaillé aux *Fig. 193*, *194* et *195*, occupe un angle saillant droit, mais dont la diagonale n'est pas à 45 degrés avec chacun des côtés. Cette courbe, au lieu de présenter une arête à son milieu, comme à la *Fig. 184*, doit avoir un chanfrein pour recevoir un ornement quelconque; et ce chanfrein doit avoir plus de largeur à sa partie inférieure qu'à la supérieure, c'est-à-dire qu'il doit présenter une surface renversée, de celles qu'on appelle en architecture *gaînes*, *Fig. 194*. La partie de projection horizontale, *Fig. 193*, comprise entre les droites 2, *O* et *GP*, a pour cintre primitif la ligne courbe passant par les points H, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, et G, qui en est ainsi la projection verticale. Par chacun de ces points, on a mené parallèlement à *G*G des droites qui ont donné sur la diagonale 2 *G* les points 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9, par lesquels ayant aussi mené des parallèles à *G*R, et les hauteurs du cintre primitif étant respectivement reportées sur chacune d'elles, on a tracé un autre cintre, qui est aussi la projection verticale de la partie en retour d'équerre comprise entre les lignes 2 Q et *G*R. Le polygone *IJKLMNI* montre la section horizontale de la courbe à son extrémité inférieure; et *BAFEDCB*, celle qui a lieu au bout supérieur. *IN* est ainsi la largeur du bas de la gaîne, et *BC* celle du haut; mais, pour former sa projection horizontale, on procédera comme il suit :

Sur une droite indéfinie H G, *Fig. 194*, on rectifiera le cintre primitif, au moyen des divisions qu'on y a marquées; à chaque point de division de la courbe rectifiée, on lui menera des perpendiculaires indéfinies; et sur les deux perpendiculaires extrêmes, on portera respectivement, tant de part que d'autre, les largeurs *HI*, *HN*; *GB*, *GC*, *Fig. 193*, en HI, H N; GB, G C, *Fig. 194*; et en y menant les droites I B et N C, on aura l'extension

lungen des rectificirten g m aufgerichtet sind, geführt worden; daraus ergab sich die Mittellinie des Bandes an der untern Fläche (welche dem Bogen des Aufrisses nach die äussere ist). Auf ähnliche Weise verfuhr man bei den Kanten der nämlichen Bandfläche an den beiden andern Bügen, welche durch die Durchschnitte der aus den Theilungen der beiden andern rectificirten a d und b c entstandenen schrägen und perpendicularen Linien geführt worden sind. Soll die obere Seite des Bandes überall eine mit seiner Breite übereinstimmende Dicke erhalten, so führe man zur Mittelbüge, durch die Punkte 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, die Normallinien 1 *g*, 2 *h*, u. s. w., welche man der Breite a b, r s, u. s. w., *Fig. 188* gleich macht.

125. Die Büge, welche durch die Punkte *g*, *h*, *i*, *j*, *k*, *l*, *m*, *Fig. 191*, geht, enthält die wahre erweiterte Vorstellung der Mittellinie der obern Bandseite; allein selbige ist auf einer ebenen Fläche ausgeführt worden. Sie muss auf die horizontale Vorstellung vermittelst der rectificirten Linie g m gebracht werden; auf diese letztere werden die Punkte *g*, *h*, *i*, u. s. w., perpendicular herabgezogen: diese werden von da auf den Mittelbogen der *Fig. 188* gebracht, wo sie mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet sind. Man zieht nun durch diese letztern Punkte der *Fig. 188*, neue Perpendicularlinien mit b c; und in *Fig. 191*, durch die correspondirenden Punkte, ebenfalls neue Querlinien, welche nach *Fig. 192* getragen werden, und daselbst vermittelst ihren Durchschneidungen mit den Perpendicularlinien, die Punkte zur Lehre der zur obern Bandseite gehörigen Mittellinie geben. Die Lehren zu den Kanten der nämlichen Fläche findet man, wenn man g' *g*, h' *h*, u. s. w. zusammenzieht, und durch die für die untere Fläche gefundenen Punkte Parallellinien zu diesen letztern Linien führt. Diese Parallellinien werden ebenfalls der Breite a b, r s, *Fig. 188* gleich seyn, wenn man sie bis zu den schrägen Linien zieht, welche die Punkte *g*, *h*, *i*, u. s. w., der obern Mittellinie gegeben haben.

Anmerkung. Soll dieses Band nach Maasgabe der *Fig. 189* und *190* an seiner äussern Kante mit einem Untersatze verziert werden, so nimmt man an jeder Fläche so viel Holz weg als der Umfang des Untersatzes erfordert.

126. Die in *Fig. 193*, *194* und *195* ausgeführte Büge steht an einem geraden vorspringenden Winkel, dessen Diagonallinie aber nicht 45 Grad Neigung mit jeder der beiden Seiten hat. Diese Büge hat in der Mitte keine Kante, wie in *Fig. 184*, sondern ist schräg zugeschnitten um eine Verzierung darauf anzubringen. Dieser Abschnitt muss von unten breiter seyn als von oben, d. h. pyramidenförmig, *Fig. 194*. Derjenige Theil der horizontalen Vorstellung, *Fig. 193*, welcher zwischen den geraden Linien 2, *O* und *GP* begriffen ist, hat zum Grundbogen die krumme Linie, welche durch die Punkte H, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, und G geht, und sonach die verticale Vorstellung desselben ist. Durch jeden dieser Punkte sind parallel mit *GG*, gerade Linien gezogen worden, welche auf der Diagonallinie 2 *G* die Punkte 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9 gegeben haben; und da zugleich Parallellinien mit *G*R gezogen, und die Höhen des Grundbogens auf jede derselben zurückgetragen worden sind, so ist vermittelst jener Punkte ein anderer Bogen gezeichnet worden, welcher die verticale Vorstellung des zwischen den Linien 2Q und *G*R begriffenen Theils ist. Das Polygon *IJKLMNI* zeigt die horizontale Section der Büge an ihrem untern Theile; und *BAFEDCB* die am obern. Sonach ist *IN* die untere Breite, und *BC* die obere. Die horizontale Vorstellung der Büge wird auf folgende Weise gezeichnet:

Auf einer unbestimmten geraden Linie HG, *Fig. 194*, rectificire man den Grundbogen vermittelst der darauf angemerkten Theilungen. Zu jedem Theilungspunkte der rectificirten Büge, führe man unbestimmte Perpendicularlinien; trage auf jeder der beiden äussersten Perpendicularlinien die Breiten *HI*, *HN*; *GB*, *GC*, *Fig. 193*, nach HI, HN; GB, GC, *Fig. 194*; und führe dahin die geraden Linien IB, NC; man erhält dadurch die wahre

brace, by the intersections of the same transverse lines with the perpendiculars rised from the divisions of the other rectifications, a d and b c. As to the superior face of the brace, in order that it may have sensibly every where a depth equal to its breadth, it suffices to bring through the divisions 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 of the middle curve-line, the perpendiculars 1 *g*, 2 *h*, &c. to this curve, every one made equal to the breadth a b, r s, of the *Fig. 188.*

125. The curve-line passing through the points *g*, *h*, *i*, *j*, *k*, *l*, *m*, *Fig. 191*, includes really the extent of the middle-line of the brace's superior face, but unfolded on a plain surface. It ought to be carried on the horizontal projection by means of the arrighted line g m, on which are perpendicularly dropped the points *g*, *h*, *i*, &c.; from whence they are transferred on the middle arc of the *Fig. 188*, on which they are stamped with the same letters. Thus through those last points of the *Fig. 188* are lifted other perpendiculars to b c, and, on the *Fig. 191*, through the corresponding points, other transverse lines to be carried on the *Fig. 192*, and which, intersecting with the perpendiculars, shall give points of the passage of the middle size for the superior face of the brace. Then joining g' *g*, h' *h*, &c., and through the points found for the edges of the inferior face, bringing to those last lines, parallels terminated by the transverse lines belonging each to each of the points *g*, *h*, *i*, &c., and consequently every one equal to the breadth a b, r s of the *Fig. 188*, you shall have the two sizes for the brace's edges at the superior its face.

Remark. If a such brace needs to be adorned with tessels on its abutments, as show the *Fig. 189* and *190*, it is plain that, after drawing so the proposed curve, shall be took off the quantity of matter exceeding the asked-shape.

126. The kind of curve drawn *Fig. 193*, *194* and *195*, is designed to occupy a jutting right angle in a work, whose the diagonal don't form with each of the sides two alike angles. This curve, instead of having an edge on the middle of its breadth, as in the *Fig. 184*, needs a middle face *[shafferoon]*, to receive a whatsoever adornment; and this middle face ought to be broader at its inferior part than at the superior, and have an inverted shape called in architecture *a sheath*, *Fig. 194*. The part of an horizontal projection, *Fig. 193*, included by the lines 2, *O* and *GP*, has for its own primitive center the mould H, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, and G, which is thus the vertical projection of the curve. Through every one of those dividing points of it, bring parallely to *G*G straights on the diagonal 2 *G* at points 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 and 9, and, through those latter, parallels to *G*R; and, after having carried on every one of those perpendiculars the height of each corresponding division of the primitive center, draw another mould or center, which shall be also the vertical projection of the lateral face included between the lines 2 Q and *G*R. The polygon *IJK LMNI* shows the horizontal section of the curve at its inferior part; and the one *BAFEDCB*, the superior cut. The breadth of the sheath is *IN* below, and *BC* aloft; but, to establish horizontal projection of it, go as it follows :

On an indefinite straight H G, *Fig. 194*, arright the primitive vertical center with the divisions adopted in it; through every one of the divisions of so arrighted curve, bring indefinite perpendiculars, and on both the two sides, from the middle points of the two extreme perpendiculars, carry the breadths *HI*, *HN*; *GB*, *GC*, of the *Fig. 193*, on HI, HN; GB, GC, *Fig. 194*: thus drawing the straights IB, NC, you shall have the real extent of the sheath,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réelle de la gaîne, avec sa largeur à chacune des hauteurs des divisions marquées au cintre primitif. Chacune de ces largeurs étant reportée en deux parties, de part et d'autre de la diagonale 2 *G*, *Fig. 193*, sur les perpendiculaires menées à cette diagonale par les points de division qu'elle porte, il en résultera pour projection horizontale des deux arêtes de la courbe qui comprennent la gaîne, les deux lignes courbes *N* a b c d e f g h i *C*, *B* j k l m n o p q r *I*.

127. On aura la projection verticale [profil] de la même gaîne, *Fig. 195*, en élevant à la diagonale 2 *G*, *Fig. 193*, par chacun de ses points de division, 3, 1, 4, *H*, 5, &c., des perpendiculaires indéfinies, sur chacune desquelles, à partir d'une directrice ST, parallèle à 2 *G*, on portera respectivement les hauteurs des divers points de division du cintre primitif; ce qui donnera la courbe H, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, G, *Fig. 195*.

Et pour joindre à ce profil les quatre autres arêtes de la courbe, et le transformer ainsi en une description d'extension, on fera usage des descriptions auxiliaires marquées 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 et 18, en procédant comme il a été expliqué (121).

Trait d'une Croupe plus raide que les longs-pans, avec pannes juxtaposées. [Pavillon sur tasseaux.]

128. Dans la description horizontale, la *Fig. 196* est le plan de la moitié de l'enrayure : on y voit les épaisseurs des murs, *AB*, *DE*, de long-pan, et *DE*, *GF*, de croupe, qu'on a faits de la même épaisseur : *H* montre la surface du dessus de l'entrait inférieur [tirant]; a b, la mortaise de sa jambe de force. *J* est aussi la surface supérieure du demi-entrait, et h g, la mortaise de la jambe de force; *I*, le dessus du coyer, et i, la mortaise de la jambe de force angulaire. Le mur de long-pan et celui de la croupe ayant même épaisseur, le bout a b de la mortaise de l'entrait inférieur, et ceux h g du demi-entrait, étant renvoyés parallèlement aux murs, ont donné sur le coyer *I* le parallélogramme c d e f pour le pas de la jambe de force angulaire : l'arête de cette dernière, qui s'élevera sur le point c, correspondra à l'alignement de la jambe de force du long-pan; et celle qui s'élevera sur le point f, correspondra à l'alignement de la jambe de force de la croupe. Le gousset *K* a été tracé parallèlement à *AF*, menée des points extrêmes des lignes milieux des entraits, prolongées jusqu'aux lignes des faces extérieures des murs; les embranchemens *L*, *L*, &c. [solives en empanon], ont un de leurs bouts qui est scellé, et l'autre est assemblé; les pièces *M*, *M*, sont appelées *goussets faux*, et sont assemblées comme les goussets. Sur l'autre moitié de la description horizontale, *Fig. 197*, on n'a tracé d'abord que la ligne d'arêtier et la grosseur du poinçon, pour faire de suite le profil de la ferme de long-pan.

Description verticale, Fig. 198.

129. On tracera le profil du mur et celui de la corniche, comme le montrent les lettres a, b, c, d, e: sur le dérasement c d, on voit en coupe la plateforme A, dont la face verticale est à un pouce de l'aplomb de la face extérieure du mur; et l'about du pas du chevron sur sa surface supérieure, fixé en f, est éloigné de trois pouces de l'arête extérieure. La ligne de la surface supérieure, étant prolongée, donnera sur la ligne d'axe du poinçon le point g; on portera de ce point la hauteur du couronnement en S; on menera une droite de ce point à f: ce sera la ligne du lattis du chevron B de long-pan; et une parallèle h i montrera son épaisseur. L'entrait inférieur C sera placé en contre-bas du dérasement supé-

Vorstellung des schrägen Abschnittes, nebst seiner Breite an jeder Höhe der am Grundbogen angemerkten Theilungen. Und da jede von diesen Breiten an beiden Seiten der Diagonallinie 2 *G*, *Fig. 193* auf diejenigen Perpendicularlinien zurückgetragen worden ist, welche zu dieser Diagonallinie durch die darauf befindlichen Theilungspunkte geführt worden sind, so erhält man die zwei krummen Linien *N* a b c d e f g h i *C*, *B* j k l m n o p q r *I*, als horizontale Vorstellung der beiden zum schrägen Abschnitt gehörigen Bügenkanten.

127. Die verticale Vorstellung [Profil], *Fig. 195*, des nämlichen schrägen Abschnittes erhält man, wenn man auf der Diagonallinie 2 *G*, *Fig. 193*, durch jeden ihrer Theilungspunkte 3, 1, 4, *H*, 5, u. s. w., unbestimmte Perpendicularlinien aufrichtet, und auf jede derselben aus einer Directionslinie ST, welche mit 2 *G* parallel ist, die Höhen der verschiedenen am Grundbogen befindlichen Theilungspunkte trägt, wodurch man die Büge H, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, G, *Fig. 195* erhält.

Sollen die vier andern Bügenkanten zu diesem Profil hinzukommen, wodurch dasselbe zur erweiterten Zeichnung wird, so wendet man die zugegebenen Projectionen 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 und 18 an, und verfährt wie im Art. 121 gezeigt worden ist.

Zeichnung eines Walmens, welcher einen steilern Abhang hat als die langen Dachseiten, und mit Fetten versehen ist. [Pavillon auf Würfeln.]

128. In der *Fig. 196* ist der Grundriss von der Hälfte des Gebälkes enthalten : wir sehen bei *AB*, *DE* die Dicke der Mauern an den langen Dachseiten, und bei *DE*, *GF* die Walmenmauern, welche dieselbe Dicke erhalten haben; *H* ist die obere Seite des Hauptbalkens, und a b das Zapfenloch zum Strebebuge; *J* die obere Seite des halben Spannriegels, und h g das andere Zapfenloch zum Strebebuge; *I* ist die obere Seite des Schifters, und i das Zapfenloch zu dem Eckbuge. Da die Mauern an der langen Dachseite und am Walmen einerlei Dicke haben, so geben die Enden a b, des am Hauptbalken befindlichen Zapfenloches, nebst dem zum halben Spannriegel gehörigen Zapfenloche h g, welche mit den Mauern parallel zurückgetragen sind, auf dem Schifter *I*, das Parallelogramm c d e f, als Richtung für den Eckbug : die Kante an diesem letztern, welche von dem Punkte c ausgeht, correspondirt mit der Richtung des zur langen Dachseite gehörigen Buges; und diejenige, welche auf dem Punkte f anfängt, correspondirt mit der Richtung des Walmenbuges. Das Tragholz *K* ist mit *AF* parallel gezeichnet worden. Diese Linie geht aus den äussersten Punkten der Spannriegellinien, welche bis an die Linien der äusseren Mauerflächen verlängert sind. Die Balken L, L, u. s. w., sind mit dem einem Ende in die Mauer, und mit dem andern in Holz eingesetzt. Die Hölzer *M*, *M*, sind wie die gewöhnlichen Traghölzer eingesetzt. Auf der andern Hälfte des Grundrisses, *Fig. 197*, ist zuvörderst die Gradsparrenlinie, so wie die Dicke der Giebelsäule gezeichnet worden, wonach das Profil zum Binder an der langen Dachseite gemacht worden ist.

Aufriss, Fig. 198.

129. Man zeichnet zufolge der Buchstaben a, b, c, d, e, das Profil der Mauer und des Karniesses. Bei c d, sieht man die Mauerlatte A im Durchschnitt : die verticale Seite derselben steht einen Zoll von der äussern Mauerfläche ab. Das untere Ende des Sparrens, welches bei f bemerkt ist, steht drei Zoll von der äussern Fläche ab : die verlängerte Sparrenlinie giebt auf der Giebelsäulenaxe den Punkt g. Von diesem Punkte trägt man die Kranzhöhe nach S, von wo man eine gerade Linie nach f führt; wodurch man die Lattenlinie von dem zur langen Dachseite gehörigen Sparren B erhält, dessen Dicke die Parallellinie h i zeigt. Der Hauptbalken C wird nach der obern

with the diversities of breadth it ought to have at every height of the divisions first adopted for the primitive center. Then, carry every one of these breadths, by halves, on both the sides of the diagonal 2 *G*, *Fig. 193*, on the perpendiculars brought to it through its own dividing points; what shall give for the horizontal projection of the edges which include the sheath of the curve, the two curve-lines *N* a b c d e f g h i *C*, and *B* j k l m n o p q r *I*.

127. The vertical projection of this sheath shall be done, *Fig. 195*, by rising to the diagonal 2 *G*, *Fig. 193*, through every one of its divisions 3, 1, 4, *H*, 5, &c., indefinite perpendiculars, and carrying on each, from a directress ST, parallel to 2 *G*, the diverse heights of the dividing points adopted on the vertical primitive center; what shall give the curve-line H, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, G, *Fig. 195*.

And to add to this side-view the four other edges of the curve, and transform it so in a description of extent *[ledgement]*, shall be used the auxiliary descriptions stamped with numbers 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 and 18, and proceeding as it has been explained (121).

Draught of an End steeper than the sides, with juxtaposed purlins. [Pavilion on stoppers.]

128. The *Fig. 196* is the horizontal description of the half-furrows : are seen there the thickness of the side's and end's walls, *AB*, *DE*; *DE*, *GF*, equally thick to each other: *H* shows the upper-face of the under-collar *[string]*; a b, the mortise of its strengthening piece. *J* shows also the upper-face of the half-collar, and h g, the mortise of its strengthening piece : *I* and i are the alike views of the diagonal collar. The walls of the sides or end being alike thick, the extremities of the mortise of the inferior collar a b, and of the half-collar h g, sent back parallely to the walls, give on the diagonal collar *I* the parallelogram c d e f, as the foot of the angular strengthening piece, whose the edge, raising on the point c, shall correspond to the row of the side's strengthening pieces; and the one on f, to the ones of the end. The bracket *K* is parallel to *AF*, drawn through the extreme points of the collar's middle lines, lengthened up till the out-lines of the walls; the shorted joysts *L*, *L*, &c. *[branching]*, are sealed at one end, framed at the other; the timbers *M*, *M*, are named *false brackets*, and framed alike as the brackets. On the other part of the horizontal description, *Fig. 197*, have been drawn first only the edge-line of the hip and the king-post's big, for drawing after the front-view of the side's truss.

Vertical Description, Fig. 198.

129. Let be drawn first the profile of the wall and cornice, as a, b, c, d, e : it is seen, on the levelness c d, the section of the wall-plate A, whose the vertical face sits at one inch from the wall's outline; and the but-end of the rafter's foot is fixed in f, at three inches from the externe edge. The line of the over-face, being lengthened, determinates on the axe-line of the king-post the point g, from which shall be brought at S the height of the crowning; and through this point S, shall be drawn a straight to f, the lathing line of the side's rafter B : then its parallel h i shows the bigness of the rafter. The inferior collar C shall be seated under the upper-levelness, accordingly to the reckoning plan of the building, or to

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieur, selon la hauteur donnée par les plan et devis du bâtiment, ou par d'autres motifs convenables; l'entrait supérieur D sera placé à environ sept pieds au-dessus de l'autre, pour l'usage du grenier; et au-dessus de l'entrait D on tracera le poinçon E. Entre les deux entraits, il faut tracer la jambe de force F et l'esselier G, en observant de faire entrer une portion du pied de la jambe de force dans l'épaisseur du mur. L'espace du grenier aura plus ou moins d'étendue, selon que la disposition de ces dernières pièces sera plus ou moins rapprochée de la verticale. On voit que le blochet H est entaillé dessous pour s'appliquer à la plate-forme, qu'il projette un tenon dans la jambe de force, et qu'à sa surface supérieure j est l'about du chevron, et k sa gorge. Le coyau I est placé sur les doublis et sous-doublis de l'égout. Après avoir fixé la chambrée des pannes K, L, on tracera l'arbalétrier J; on aura sur l'entrait D l'about I, et la gorge m, pour son pied; son tracé donnera aussi sur l'axe du poinçon les points n, o. La contre-fiche P donnera aussi sur l'axe les points p, q, et r sur l'arbalétrier. Le morceau Q est appelé *tasseau*, et le morceau R, *chantignole*. Le côté s t de la panne L, étant prolongé, donne le point x sur l'axe du poinçon.

130. Au moyen de perpendiculaires à l'intersection commune ACA' des deux plans de projection, menées par les points que nous venons de remarquer à la description verticale, on a renvoyé ceux-ci à la description horizontale, *Fig. 197*; de sorte qu'on a pu y tracer les projections horizontales de la plate-forme du long-pan *A*, de celle de croupe *B*; de cinq pas d'empanons a, a, a, &c.; de cinq empanons *C*, *C*, &c.; d'un chevron de long-pan *D*, et d'une portion *E* de celui d'arêtier. On y voit aussi les faces supérieures des blochets *F* de long-pan, *G* de croupe et *H* d'arêtier: les points *j*, *k*, de la *Fig. 198*, ont donné les pas b, b et b des chevrons sur les blochets; au moyen de la ligne &&, on a eu les tenons c, c (la projection du tenon du blochet d'arêtier a été prise dans la *Fig. 201*). Les points I, m, de la *Fig. 198*, ont donné les points e, f, g, h, pour le pas de l'arbalétrier *I* de long-pan; i, j, k, l, m, n, pour celui d'arêtier; et ceux-ci, renvoyés perpendiculairement, ont fourni o, p, pour pas de celui de croupe: les points q, r, s, t, u, sont les projections des déjoutemens et du dégueulement de l'about supérieur de l'arêtier; les quatre angles de la coupe de la panne L, *Fig. 198*, ont donné les lignes de projection v, x, y, z, de la panne *L* de long-pan: la projection de la panne de croupe *M* a été prise dans la *Fig. 199*: la lettre *N* montre un bout de la panne faîtière.

La *Fig. 199* est le profil de la demi-ferme de croupe; les pièces qui la composent ont les mêmes lettres que celles du long-pan.

La *Fig. 200* fait voir une des faces U de la panne faîtière, son délardement y, et son lien v.

La *Fig. 202* est un profil de ferme avec semelle traînante c, au lieu d'entrait inférieur.

131. Le profil de la demi-ferme d'arêtier, *Fig. 201*, étant, dans cet exemple, dessiné sur la même ligne de trave que ceux des fermes de long-pan et de croupe; la ligne de couronnement et les autres transversales, devenant communes aux trois profils, montrent les points qui sont, dans chacun, à la même hauteur au-dessus de la base du comble: mais, la projection horizontale de celui-ci étant la diagonale *CD* de la *Fig. 197*, il faut opérer par la méthode dite *reculement* pour tracer ses détails particuliers, comme il suit.

Mauerfläche von unten herauf, und zufolge der im Bauanschlage angegebenen oder aus andern Ursachen veranlassten Höhe gezeichnet. Der Spannriegel D wird ohngefähr sieben Fuss über dem Hauptbalken zur Benutzung des Bodens angelegt, und die Giebelsäule E darauf ein und aufgesetzt. Zwischen dem Hauptbalken und dem Spannriegel wird der Strebebug F und das Jagdband G angelegt; wobei das untere Ende des Buges zum Theil mit in die Mauer eingesetzt wird. Der Bodenraum wird, je nachdem diese zwei letztern Hölzer mehr oder minder vertical gestellt sind, mehr oder minder geräumig seyn. Der Stichbalken H, welcher wegen seiner Verbindung mit der Mauerlatte von unten ausgeschnitten worden, ist in den Strebebug eingezapft. Auf der obern Seite dieses Stichbalkens ist j das Ende des Sparrens, und k die Kehle. Der Schifter I steht an der untersten Ziegelreihe. Hat man den Abstand der Fetten K, L, bestimmt, so wird die Stuhlsäule J gezeichnet; für deren Fuss man auf dem Spannriegel D, das Ende I, und die Kehle m erhält. Die Zeichnung derselben giebt ferner auf der Giebelsäulenaxe die Punkte n, o. Die Strebe P, giebt auch auf der Axe die Punkte p, q, und r auf der Stuhlsäule. Das Holz Q ist ein Würfel, und R ein Balkenholz. Die Seite s t, der Fette L, welche verlängert ist, giebt auf der Giebelsäulenaxe den Punkt x.

130. Vermittelst der mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitt ACA', der beiden Projectionspläne, perpendicularen Linien, welche durch die im Aufrisse bezeichneten Punkte gehen, sind diese letztern in den Grundriss *Fig. 197* herübergetragen worden, so dass darin die Grundrisse der an der langen Dachseite befindlichen Mauerlatte *A*, ferner der Walmenmauerlatte *B*; der fünf Schifftsparreneinsätze a, a, a, u. s. w.; der fünf Schiftsparren *C*, *C*, u. s. w.; ferner der Grundriss eines zur langen Dachseite gehörigen Sparrens *D*, und ein Theil *E*, vom Grundrisse des Gradsparrens gezeichnet werden konnte. Auch sieht man daselbst die obern Seiten der Stichbalken *F*, an der langen Dachseite; *G*, am Walmen, und *H* am Gradsparren. Die Punkte *j*, *k*, *Fig. 198*, haben auf den Stichbalken die Sparreneinsätze b, b und b gegeben: vermittelst der Linie &&, hat man die Zapfen c, c erhalten (die Vorstellung zu dem Zapfen des am Gradsparren befindlichen Stichbalkens ist aus *Fig. 201* genommen). Die Punkte I, m, *Fig. 198*, haben für den Einsatz der zur langen Dachseite gehörigen Stuhlsäule *I*, die Punkte e, f, g, h, und für den des Gradsparrens, die Punkte i, j, k, l, m, n, gegeben; diese letztern sind perpendicular zurückgetragen worden, und haben o, p, zum Einsatze der Walmenstuhlsäule gegeben: die Punkte q, r, s, t, u, sind die Verbindungen und Kante am obern Ende des Gradsparrens: die vier aus dem Schnitte der Fette L, *Fig. 198*, entstandenen Winkel, haben die Linien v, x, y, z, für die zur langen Dachseite gehörigen Fette *L* gegeben. Die Linien zur Walmenfette *M*, sind aus *Fig. 199* genommen. Der Buchstabe *N* bezeichnet das eine Ende der Giebelfette.

Die *Fig. 199* ist das Profil vom halben Walmenbunde; die dazu gehörigen Hölzer enthalten die nämlichen Buchstaben wie die an der langen Dachseite.

Die *Fig. 200* zeigt eine von den Flächen U an der Giebelfette, nebst ihrem Schnitt y, und ihrem Bande v.

Die *Fig. 202* ist das Profil von einem Binder; anstatt des Hauptbalkens ist hier eine Schwelle c angebracht.

131. Das Profil des halben Gradsparrenbundes ist in *Fig. 201* nach derselben Stuhlwandlinie gezeichnet, wie die zur langen Dachseite und zum Walmen gehörigen Binder. Die Kranzlinie nebst den andern Zwerchlinien, welche den drei Profilen gemeinschaftlich sind, zeigen die Punkte, welche sich bei jedem an derselben Höhe über der Dachgrundfläche befinden; da aber die horizontale Vorstellung des gegenwärtigen Profils die in *Fig. 197* enthaltene Diagonallinie *CD* ist, so müssen die dazu gehörigen Bestandtheile auf folgende Weise gezeichnet werden.

another so suitable motive; the superior D at seven about feet above, according to the use of the garret; then, beyond the collar D, shall be drawn the king-post E. Between the two collars, the strengthening piece F, and the brace G, ought to be drawn, and the latter, to enter into a part of the wall's thickness. The extent of the garret shall be greater or lesser, according as those latter timbers are more or less approaching to the vertical direction. It is shown that the hammer-beam H is notched to be applyed to the wall-plate, and framed with tenon into the strengthening piece: on its upper-face, j shows the but-end, and k, the neck of the rafter. The foot-rafter I is seated on the double and under-double tiles of the eaves. After having determined the seat of the purlins K, L, shall be drawn the principal rafter J, whose the foot on the collar D shall be I, the but-end, and m, the neck; and its drawing shall determinate the points n, o, on the king-post. The strut P shall give also the points p, q, on the axis, and r on the principal rafter. The timbers Q and R are called *stopper* and *stopper-prop*. The lengthening of the side s t of the purlin L cuts the king-post axis at the point x.

130. By the means of perpendiculars to the common intersection ACA' of the projection's plans, brought through the before remarked points of the vertical description, the same points have been sent back on the horizontal description, *Fig. 197*; and so, projected horizontally for tracing the horizontal projections of the wall-plates of the side *A*, and the end *B*; of five feet of rafters a, a, a, &c.; five shorted rafters *C*, *C*, &c., side's rafter *D*, and a part of the hip's rafter *E*. Are shown there also the over-faces of the hammer-beams *F*, *G*; the side's one, the end's latter: the feet of the rafters on the hammer-beams b, b and b, proceed from the points *j*, *k*, of the *Fig. 198*; the tenons c, c, from the line &&: but the tenon of the hip's hammer has been taken in the *Fig. 201*. Alike, from the points I, m, *Fig. 198*, proceed e, f, g, h, the foot of the side's principal rafter; i, j, k, l, m, n, the foot of the hip: and those latter, sent back perpendicularly, have projected the foot of the end's rafter o, p. One sees projected in q, r, s, t, u, the bevel-cut *[uncheeking]*, and the grooving *[unmouthing]* of the hip's super-end; the four angles of the side's purlin, *Fig. 198*, have on the same manner projected that timber at *L*, by the lines v, x, y, z: the projection of the end's one *M* proceeds from the *Fig. 199*: a part of the ridge-purlin is shown at *N*.

The *Fig 199* shows the side-view of the half-truss of the end; the timbers which compound it, are stamped with the same letters.

The *Fig. 200* shows a face U of the ridge-purlin, its shaving y, and brace v.

The *Fig. 202* is a profile of a truss with groundsel c, instead of collar.

131. The front-view of the hip's half-truss, *Fig. 201*, being traced on the same base-line as the ones of the side or end, the ridge-line and the other transverse straights are common to three profiles, and show the points and lines which sit in each of them at the same height over the basis of the roof. But the horizontal projection of the hip being the diagonal *CD* of the *Fig. 197*, in order to drawing the details of it, we must use the method called *of recoiling*, as it follows.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par le point C, projection de l'axe du poinçon sur la description horizontale, faites sur CD' une petite perpendiculaire (un trait carré); prenez successivement les distances de cette ligne à chacun des angles du pas b du chevron d'arêtier, que vous porterez sur la ligne de trave en partant de l'axe sg', *Fig 201*, qui donneront sur la plate-forme les points f, pour l'arête saillante du chevron B, et h, pour le fond du recreusement : on aura de même ceux du délardement et de l'arête inférieure. Par les points f, s, tracez une droite qui sera la projection verticale de l'arête supérieure de l'arêtier; la parallèle qui l'avoisine est le délardement : la droite ponctuée h i n'est utile que dans le cas où le chevron devrait être recreusé; la parallèle qui est près d'elle, indique les arêtes de la face du dessous. Les distances des points i, j, k, l, m, n, au trait carré, *Fig. 197*, donneront de même sur l'entrait supérieur D, *Fig. 201*, les points nécessaires pour tracer les parallèles qui forment la projection verticale de l'arbalétrier J. La transversale passant par l'angle t de la panne L, *Fig. 198*, donne sur la ligne de recreusement du chevron B, *Fig. 201*, le point t, duquel seront tracées en x' et x''' les pentes du tasseau tx', pour le long-pan, et tx''' pour la croupe, aux hauteurs respectives données par les deux autres fermes.

Durch den Punkt C, welcher die Giebelsäulenaxe im Grundrisse ist, ziehe man auf CD' eine kleine Perpendicularlinie; nehme nach und nach die Abstände von dieser Linie bis zu jedem Winkel im Einschnitte b des zum Gradsparren gehörigen Sparrens, und trage sie auf die Stuhlwandlinie, wobei man von der Axe sg', *Fig. 201* ausgeht; sie werden auf der Mauerlatte die Punkte f, für die hervorspringende Kante des Sparrens B, und h für die Tiefe des Ausschnittes geben. Eben so erhält man auch die Punkte zum Abholzen und zur untern Kante. Man ziehe durch die Punkte f, s, eine gerade Linie, welche die obere Gradsparrenkante vertical vorstellt; die nahe daran befindliche Parallellinie giebt die Punkte für das Abholzen an. Die punktirte gerade Linie h i ist bloss für den Fall brauchbar, wenn der Sparren ausgelocht werden soll. Die nahe daran befindliche Parallellinie bezeichnet die Kanten an der untern Seite. Die Abstände der Punkte i, j, k, l, m, n, *Fig. 197* geben auf dem Spannriegel D, *Fig. 201*, die Punkte zur Zeichnung der Parallellinien, welche die Stuhlsäule J vertical vorstellen. Die Zwerchlinie, welche durch den Winkel t, der Fette L, *Fig. 198* geht, giebt auf der Ausschnittlinie des Sparrens B, *Fig. 201* den Punkt t, aus welchem bei x' und x''', die Neigung des Würfels tx', für die lange Dachseite, und tx''' für den Walmen gezeichnet wird, und zwar an den durch die beiden andern Binder bestimmten Höhen.

Through the horizontal projection of the axe of the king-post C, lift a little perpendicular to CD' (a square draught); take off successively the distances of that straight from each of the corners of the foot b of the hip's rafter, and bring on the base-line, *Fig. 201*, from the axis sg': they shall give on the wall-plate the points f, for the jutting-edge of the rafter B, and h, for the grooved edge: the points belonging to its shavings and inferior edges shall be found in the same manner. Through the point f, s, draw the vertical projection of the hip's upper-edge, and a parallel to it for showing the shaving: the dotted line h i does not be of any use, unless the rafter ought to be grooved; the neighbouring parallel to it shows the edges of the under-face. The distances of the said perpendicular from the points i, j, k, l, m, n, *Fig. 197*, give alike, on the upper-collar D, *Fig. 201*, the points useful for tracing the parallels belonging to the vertical projection of the principal rafter J. The transverse line passing through the corner t of the purlin L, *Fig. 198*, gives on the grooving line of the rafter B, *Fig. 201*, the point t, whence shall be drawn at x' and x''', tx', the shelving of the side's stopper, and tx''', the one of the end, each of them at the respective height given by each of the other trusses.

Les angles c, d, e, f, du pas de la jambe de force, sur la *Fig. 196*, donnent de même les points pour tracer les arêtes de la jambe de force F, *Fig. 201*. Pour tracer le tenon du coyer inférieur C, on fera sur le coyer *I*, *Fig. 196*, un trait carré l j; son éloignement du point C, *même figure*, sera porté de la ligne sg', *Fig. 201*, en l; on y reportera de même le point o et le tenon m n. On procédera de même pour le coyer supérieur D, et pour le tenon du blochet H.

Die Winkel c, d, e, f, im Einschnitte am Strebebuge, *Fig. 196*, geben die Punkte zur Zeichnung der Kanten am Strebebuge F, *Fig. 201*. Um den Zapfen am untern Schifter C zu zeichnen, macht man auf dem Schifter *I*, *Fig. 196* eine Linie l j; der Abstand derselben vom Punkte C, in der nämlichen Figur, wird von der Linie sg', *Fig. 201*, nach l getragen; ferner wird dahin der Punkt o und der Zapfen m n getragen. Bei dem obern Schifter D, und beim Zapfen am Stichbalken H verfährt man auf die nämliche Weise.

The angles c, d, e, f, of the foot of the strengthening piece, *Fig. 196*, give on the same manner the ones necessary for drawing the edges of that timber F, *Fig. 201*. As for the tenon of the inferior diagonal collar C, shall be traced on the diagonal collar *I*, *Fig. 196*, a perpendicular l j, whose distance from the point C shall be brought, *Fig. 201*, from sg' to l, as well as the point o and the tenon m n: it shall be proceed alike for the upper-diagonal collar D, and the tenon of the hammer-beam H.

132. Les *Fig. 203, 204, 205, 206* et *207*, montrent diverses manières de faire les coupes des bouts supérieurs des chevrons et leur ajustement sur la panne faîtière.

1.° La manière la plus simple est de couper en about les chevrons qui doivent se toucher au-dessus du faîtage, et de les y fixer avec des chevillettes de fer ou des chevilles de bois. La *Fig. 203* fait voir que ces coupes ne sont autre chose qu'un plan coupant vertical, qui passe par l'arête supérieure qui résulte du double délardement du faîtage : la trace a de ce plan coupant divise en deux parties égales l'angle bdc, que font entre elles les deux pentes du comble : on voit en e et en f la position des chevillettes ou chevilles perpendiculaires au délardement du faîtage, et qui opèrent la fixation des chevrons.

132. Die *Fig. 203, 204, 205, 206* und *207* zeigen verschiedene Schnitte der obern Sparrenenden nebst ihrer Verbindung mit der Giebelfette.

1.° Der einfachsten Art nach werden die Sparren, welche an der Giebelfette zusammentreffen, oben flach zu geschnitten und mit eisernen Nägeln oder hölzernen Bolzen daran befestigt. Die *Fig. 203* zeigt, dass dergleichen Schnitte nichts anders sind als ein vertical durchschneidender Plan, der durch die obere Kante geht, welche aus dem doppelten schrägen Schnitt der Giebelfette entsteht. Die Linie a, dieses durchschneidenden Plans, theilt in zwei gleiche Theile den Winkel bdc, den die beiden Dachablänge zusammen bilden : e und f zeigen die Richtung der mit dem Giebelfettenschnitte perpendicularen Bolzen, wodurch die Sparren an einander befestigt werden.

132. The *Fig. 203, 204, 205, 206* and *207*, show diverse overcuts of the rafters, and the ajusting of them on the ridge-purlin.

1.rst The simplest method is to cut diagonally the rafters which meet each other over the ridge-purlin, and to fix them on it with nails or wooden-pins, as shows the *Fig. 203*. Such a cut is a vertical plan driven along the ridge, and whose the trace a divides equally the angle bdc, being between the two shelvings of the roof : e and f show the seat of the nails and pins, fixing the rafters perpendicularly to the shaving of the ridge-purlin.

2.° La *Fig. 204* présente un autre moyen très-bon, et qui se rencontre fréquemment dans les combles anciens : il consiste à couper d'abord l'about de chaque chevron selon l'angle du comble bdc; à faire ensuite à l'un des deux le tenon e, et à l'autre la mortaise à enfourchement e' : l'assemblage se fixe avec une cheville placée au milieu.

Observation. Sans consommer plus de bois que la précédente, cette méthode permet de désassembler les chevrons avec la plus grande facilité, et même de les déplacer et replacer avant l'opération du lattis, sans les désassembler.

2.° Die *Fig. 204* enthält ein anderes sehr gutes Verfahren, welches man häufiger in alten Dachwerken antrifft : man schneidet das Ende der Sparren nach dem Dachwinkel bdc, macht sodann an dem einen Sparren einen Zapfen e, und an dem andern das Zapfenloch e' : die Zusammensetzung geschieht vermittelst eines in der Mitte eingelegten Bolzens.

Anmerkung. Diese Methode, welche nicht mehr Holz als die vorige wegnimmt, hat den Vortheil, dass die Sparren sehr leicht aus einander genommen, und vor dem Belatten ohne losgebunden zu werden, selbst weiter gerückt werden können.

2.ly The *Fig. 204* shows another method which is also best, and was frequently used in the ancient roofings : it is to cut the upper-end of the rafters accordingly to the angle of the roof bdc; then to make a tenon e in the one of the meeting rafters; and in the other, a forked mortise e' to receive it: the framing is fixed with a middle pin.

Remark. Without consuming more matter by means of that method, one can very easily disjoin the rafters, and even displace them and seat again, before the lathing work is made.

3.° Quelquefois, pour fixer le chevron au faîtage, on emploie le procédé des entailles à mi-bois, dont la *Fig. 205* présente le tracé fgh, où l'on voit que l'épaulement gh de l'entaille faite au chevron, au lieu d'être perpendiculaire à la longueur du chevron, doit être vertical, c'est-à-dire, complément à 90 degrés de la pente du comble : il est clair qu'il faut faire au faîtage une entaille correspondante pour recevoir le bois réservé au chevron, et que la grande face de cette dernière doit être parallèle à la surface du délardement. On peut faire le fond de la dernière, ainsi que l'about du bois réservé au

3.° Bisweilen werden die Sparren in die Giebelfette durch Einschnitte in halbe Holzdicke eingesetzt. Die *Fig. 205* enthält davon die Vorstellung fgh; wir sehen, dass der Backen gh, des im Sparren gemachten Einschnittes, nicht mit der Sparrenlänge perpendicular, sondern vertical läuft, das heisst, das Complement zu 90 Grad Dachabhang ist. Es versteht sich, dass an der Giebelfette ebenfalls ein correspondirender Einschnitt gemacht werden muss, in welchen das am Sparren dazu bestimmte Holz kommt, und dass die grössere Seite dieses Einschnittes mit der schrägen Fettenseite parallel seyn

3.ly Sometimes the rafters are framed to the ridge-purlin with notches half-way in the timbers, whose the *Fig. 205* shows the draught fgh. It is seen there that the shouldering gh of the rafter's notch, instead of being perpendicular to the length of the rafter, ought to be vertical, viz, the complement at 90 degrees to the roof's shelving : it is plain that in the ridge-purlin ought to be made a corresponding notch to receive the matter reserved in the rafter; and that the greater face of this latter must be parallel to the purlin's shaving. One can make the bottom of the latter notch, as well as the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chevron perpendiculaire à la pente du comble et à la surface du délardement du faîtage. Au reste, on arrête le chevron dans l'entaille avec des clous ou des chevilles.

4.° La *Fig. 206* présente un procédé qui, pour le fond, est le même que le précédent : la seule différence consiste en ce que l'épaulement de l'entaille du chevron, n'étant pas oblique, comme dans la *Fig. 205*, mais perpendiculaire à la longueur du chevron et à la face du bois réservé, oblige à faire au faîtage deux entailles au lieu d'une, *efg*, *ghi*.

5.° Le procédé représenté par la *Fig. 207* diffère entièrement des précédens, en ce que le tenon *d*, façonné à l'extrémité de chaque chevron, entre dans une mortaise proprement dite, pratiquée au faîtage, et où il est arrêté par une cheville; outre que l'on pratique aussi dans le faîtage une entaille *efg*, semblable à celle de la troisième méthode, *Fig. 205*, et dont la face *ef* forme les joues de la mortaise.

Observations générales. 1.° Dans toutes les figures de détails, les lettres a, b, c, indiquent des aspects particuliers propres à faire voir l'ensemble du procédé. 2.° Dans tous les procédés, le bout du chevron est supporté par la totalité de ses fibres longitudinales, excepté dans la troisième, *Fig. 205*, où la moitié de ces fibres se trouve coupée; ce qui peut avoir de graves inconvéniens pour la solidité.

Trait de la coupe d'une Panne juxta-posée.

133. Lorsque deux pannes reposent sur un arêtier, elles doivent être coupées l'une et l'autre selon un plan vertical passant par la ligne d'arête. Cette coupe ne présente aucune difficulté lorsque le plan est droit, et que les deux pans de couverture ont la même inclinaison que la coupe : mais il n'en est pas de même quand l'une ou l'autre de ces deux conditions n'a pas lieu. Deux méthodes sont usitées dans la pratique pour ce trait.

1.° *Coupe sur le trait.* — Soit le rectangle K, *Fig. 208*, la trace verticale d'une panne de long-pan; *CD'*, la projection horizontale de l'arête dévoyée à l'ordinaire : 1, 1*a*; 2, 2*b*; 3, 3*c*; 4, 4*d*, sont la projection horizontale de cette panne; et la portion de ligne d'arête a b c d est la projection horizontale de la coupe demandée. On place la panne sur sa projection horizontale (sur le trait); on l'incline exactement (on la déverse) selon la pente du comble; et alors, chaque arête de la panne se trouvant exactement sur sa projection, on pique respectivement sur chacune l'un des points *a*, *b*, *c*, *d*; enfin l'on joint les points ainsi marqués par des droites tracées sur chacune des quatre faces de la panne. Que la panne ait plus ou moins de grosseur que le rectangle K, on voit que l'opération est la même, pourvu qu'on ait soin de piquer chacune des arêtes en un point situé verticalement au-dessus de la ligne d'arête *CD'*.

2.° *Couper par les quatre arêtes.* — Sur la projection horizontale, *Fig. 209*, on trace à volonté une droite a b, perpendiculaire aux projections des arêtes 1, 1*a*; 2, 2*b*, &c.; et l'on marque sur une règle les distances 1*a*, 2*b*, 4*d*, de a b à chacun des points *a*, *b*, *c*, *d*. Alors, au lieu d'apporter la panne sur l'ételon, on porte cette règle sur la panne; et, après avoir fait sur celle-ci un trait carré, retourné sur les quatre faces, on marque respectivement sur chaque arête les mêmes distances à partir du trait carré, savoir : 1*a* et 2*b*, sur la face qui doit être vers le lattis; 4*d* et *c*, sur la face opposée. Ce procédé ne peut s'appliquer à une pièce moins grosse que le rectangle K; et pour l'appliquer à une plus grosse, il faudra la réduire à la grosseur de jauge par des lignes longitudinales tracées sur les deux faces contiguës à l'une des arêtes de la face du lattis, qui formeront deux arêtes factices sur lesquelles on portera trois des mesures de la règle : on aura ainsi deux des traits de la coupe, que l'on retournera sur les deux autres faces avec la fausse équerre.

muss. Der Binder desselben kann nebst dem am Sparrenende befindlichen Holze, mit der Dachneigung und der schrägen Giebelfettenseite perpendicular seyn. Uebrigens wird der Sparren in dem Einschnitte durch Nägel oder Bolzen befestigt.

4.° Die *Fig. 206* zeigt ein mit dem vorigen ziemlich übereinstimmendes Verfahren; nur dass hier der Backen am Einschnitte des Sparrens nicht schräg wie in *Fig. 205*, sondern mit der Sparrenlänge und mit dem daran ausgeschnittenen Holze perpendicular ist; so dass nun an der Giebelfette, anstatt eines Einschnittes, zwei, *efg*, *ghi*, gemacht werden müssen.

5.° Das in *Fig. 207* enthaltene Verfahren unterscheidet sich von den vorigen dadurch, dass der Zapfen *d*, welcher am Ende eines jeden Sparren angebracht ist, in ein in der Giebelfette ausgeschnittenes Zapfenloch eingesetzt und darin mit einem Bolzen befestigt wird; auch die Giebelfette enthält einen Einschnitt *efg*, welcher dem in der dritten Methode, *Fig. 205*, ähnlich ist, und dessen Seite *ef* die Backen des Zapfenloches bildet.

Allgemeine Bemerkungen. 1.° Bei diesen Figuren zeigen die Buchstaben a, b, c, besondere Ansichten, wodurch sich das Ganze des Verfahrens überschauen lässt. 2.° Bei diesen sämmtlichen Methoden wird das Ende des Sparrens von allen langlaufenden Fasern unterstützt, nur nicht im dritten Falle, *Fig. 205*, wo die Hälfte der Fasern zerschnitten ist, was der Festigkeit sehr nachtheilig werden kann.

Schnitt einer aufgesetzten Fette.

133. Liegen zwei Fetten auf einem Gradsparren auf, so müssen sie beide nach einem verticalen, durch die Kantenlinien gehenden Plane geschnitten werden. Dieser Schnitt geschieht ohne alle Schwierigkeit, sobald der Plan gerade ist, und die Dachseiten die nämliche Neigung haben wie der Walmen : ist dies nicht der Fall, so muss ein anderes Verfahren beobachtet werden : hierbei können zwei Methoden zur Anwendung kommen.

1.° *Horizontaler Schnitt.* — Das Rechteck K, *Fig. 208*, sey die verticale Linie einer zur langen Dachseite gehörigen Fette. *CD'* die horizontale Projection der auf gewöhnliche Weise gewendeten Kante; 1, 1*a*; 2, 2*b*; 3, 3*c*; 4, 4*d*, die horizontale Projection dieser Fette; und der Theil der Kantenlinie a b c d, die horizontale Vorstellung des verlangten Schnittes. Man legt die Fette auf ihre horizontale Projection, und neigt sie genau nach dem Dachabhange; befindet sich sodann jede Kante auf ihrer Projection, so merkt man auf jeder derselben einen von den Punkten *a*, *b*, *c*, *d*, an, und vereinigt endlich die solchergestalt bezeichneten Punkte durch gerade Linien, welche auf jeder der vier Fettenseiten gezogen werden. Wäre auch die Fette mehr oder weniger dick als das Rechteck K, so ist die Operation nicht verschieden, wenn man nur jede Kante an einem Punkte anmerkt, welcher sich vertical über der Kantenlinie *CD'* befindet.

2.° *Schnitt nach den vier Kanten.* — Man zeichnet auf der horizontalen Vorstellung *Fig. 209*, eine beliebige gerade Linie a b, perpendicular mit den Kantenprojectionen 1, 1*a*; 2, 2*b*, u. s. w.; und bemerkt auf einem Lineal die Abstände 1*a*, 2*b*, 4*d*, von a b, nach jedem der Punkte *a*, *b*, *c*, *d*. Anstatt alsdann die Fette auf die Lehre zu bringen, so trägt man dieses Lineal auf die Fette, und nachdem man an dieser letztern auf jeder der vier Seiten einen quadratförmigen Zug gemacht hat, so bemerkt man auf jeder Kante die nämlichen Abstände vom quadratförmigen Zuge an; nämlich : 1*a* und 2*b*, auf der gegen das Lattenwerk zu stehenden Fläche; und 4*d* und *c*, auf der entgegengesetzten Seite. Dieses Verfahren kann auch bei einem Holze zur Anwendung kommen, welches nicht so dick ist als das Rechteck K; und soll es bei einem noch stärkern Holze angewendet werden, so muss dasselbe auf die Maasstabdicke reducirt werden, und zwar vermittelst lang laufender Linien, welche auf den beiden Flächen gezogen werden, die an die eine an der Lattenseite befindliche Kante anstossen, und zwei künstliche Kanten bilden, auf

but-end of the reserved matter in the rafter, perpendicular to the roof's shelving. Besides, the rafter is fixed into the notch with nails or pins.

4.ly The *Fig. 206* shows a method very near to the preceding; but the shouldering of the rafter's notch, instead of being slope, as in the *Fig. 205*, is perpendicular to the length of the rafter and face of the reserved wood : it needs to be made into the ridge-purlin two notches, *efg*, *ghi*.

5.ly The method shown in the *Fig. 207* wholly differs from all the foregoing ones, because the tenon *d*, made at the end of each rafter, goes into a very true mortise fashioned in the purlin, where it is fixed with a pin. Withall, in the purlin, they make also a notch *efg*, alike to the one of the *Fig. 205*, and whose the face *ef* forms the shoulderings of the mortise.

General remarks. 1.st In all the figures of details, the letters a, b, c, design particular views showing the whole of the method. 2.ly In all the methods, the end of the rafters is supported by the totality of the longitudinal fibres, excepting the third one, *Fig. 205*, where the half of the filaments are cut, what can have very grave disappointments with regard to the solidity.

Draught of the cut of a juxtaposed Purlin.

133. When two purlins sit on hip whatsoever, each of them ought to be cut accordingly to the vertical plan passing along the edge-line. Such a section does not have any difficulty, if the ground is rightangled, and the sides of the roof have the same declivity as the end : but it is very otherwise when the one of those conditions wants. Then two methods are used for their cut's tracing.

1.st *Cut on the draught.* — Let be the rectangle K, *Fig. 208*, the vertical trace of a purlin of the side; *CD'*, the horizontal projection of the edges of the deviated hip, as usually : 1, 1*a*; 2, 2*b*; 3, 3*c*; 4, 4*d*, shall be the horizontal projections of the edges of that purlin; and the part a b c d of the edge-line, the one of the searched cut. Then they seat the purlin on its horizontal projection (on the draught), incline it duly accordingly to the roof's shelving; and each edge of the purlin being in such manner directly over its own projection, they mark respectively on them the points *a*, *b*, *c*, *d*, and join those points by straights on each of the faces of the timber. Let have the purlin a greater or lesser bigness than the rectangle K; the method is alike, unless you mark each edge in a point vertically standing over the edge-line *CD'*.

2.ly *Cut on the four edges.* — On the horizontal projection, *Fig. 209*, they trace at will a straight a b, perpendicular to the projection of the edges 1, 1*a*; 2, 2*b*, &c.; and on a rule [ruler], they mark the diverse distances of the perpendicular a b, from the points *a*, *b*, *c*, *d*; viz, 1*a*, 2*b*, 4*d*. Then, instead of bringing the purlin on the draught, they bring that rule on the purlin; and, after having traced on its faces a crowning perpendicular, they mark respectively on each of the edges the same distances, departing from the perpendicular; that is to say, 1*a* and 2*b* on the lathing face, 4*d* and *c* on the facing one. Such a method cannot be applied on a timber lesser than the rectangle K; but, for applying it to bigger one whatever, it ought to be reduced to the bigness of the size, by means of longitudinal lines drawn on the two faces contiguous to one of the lathing's edges : those lines shall form two factitious edges, on which, as well as on the intermedial one, you shall bring three of the taken measures; they give two traces of the cut, which you shall turn on the two other faces by the means of a square with hinge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'un et l'autre de ces procédés s'appliquent également aux pannes de croupe : mais il est bon d'observer que la commissure des deux pièces ne peut être complète, à moins que les deux longs-pans n'aient la même pente que la croupe ; sans cela, dans la panne qui a le plus de raide, la face opposée au lattis occupe une place plus élevée sur l'arêtier que celle qui en a moins, et la commissure n'a lieu réellement qu'en un trapèze commun aux deux parallélogrammes.

Trait d'un Tasseau d'arêtier.

Le tasseau, qui doit être assemblé à tenon et mortaise sur l'arêtier pour résister à la tendance à glisser que la pesanteur imprime aux pannes, présente une certaine complication dans son tracé, même pour les cas les plus simples : voici celui de l'arêtier dévoyé, représenté *Fig. 209*, et auquel nous supposerons pour dimensions l'épaisseur de l'arêtier et la largeur des pannes.

On voit, *Fig. 208* et *210*, dans les rectangles Q et q, les projections verticales des tasseaux de long-pan et de croupe. Si l'on suppose leur largeur prolongée comme le sont les pannes, les deux volumes se couperont sur l'arêtier comme elles; en sorte qu'on aura la projection horizontale du tasseau d'arêtier, en projetant sur la *Fig. 209*, par des perpendiculaires aux lignes de trave respectives CA', CF, les traces d'arête e, t, s; e', t', s', des *Fig. 208* et *210*; la ligne *et*, donnée également par e t et e' t', est la projection horizontale de la ligne d'arête supérieure du tasseau, représentant la coupe verticale de commissure, si le tasseau était formé de deux pièces : *ts* est celle de l'arête du recreusement latéral nécessaire pour recevoir l'about de la panne de long-pan; *hi*, celle de l'arête de la face verticale du tasseau du même côté; *this*, celle de la face de ce recreusement qui doit s'appliquer contre cette panne : il en est de même de *ts'*, de *ml*, et du parallélogramme *tmls'* relativement à la croupe. Il est inutile de donner une configuration particulière à la face opposée *gf*, qu'on laisse perpendiculaire à l'arête du comble; x montre la place du tenon, qui est en entier sur la partie du long-pan.

Pour former la projection verticale sur le profil de pente d'arêtier, *Fig. 211*, on y projettera par des perpendiculaires à CD' les points *e, t, s, s', h, i, l, m*, de la projection horizontale, chacun sur le profil de la ligne à laquelle il appartient. De cette sorte *et* sera la projection verticale de l'arête supérieure et saillante du tasseau, et de l'arête de recreusement du chevron d'arêtier; *eo*, tracée perpendiculairement à la ligne d'arête, sera celle de la face d'arrière, projetée horizontalement en *fg*, *Fig. 209*, en commissure avec la chantignole; *xl*, celle de l'arête du recreusement du tasseau, identique avec celle de l'arêtier. Ayant porté les hauteurs Cx, Cx' sur la ligne d'axe en $C'x$, $C'x'$, menez *tx* et *tx'*, et, parallèlement à celles-ci, *hi* et *hl*: la portion *ts* de *tx* sera la projection verticale de l'arête de recreusement particulier au tasseau relativement à la panne de long-pan, et *ts'* pour celle de croupe; et *th*, parallèle à la ligne de trave *c'd'*, celle des deux arêtes supérieures de ce recreusement, projetées horizontalement en *th* et *lm*, *Fig. 209*. Ainsi le parallélogramme *tsih* sera la projection verticale de la face de ce recreusement en commissure avec la panne de long-pan; et *ts'l'h'*, celle de la commissure avec la panne de croupe.

die man dreimal das Maas des Lineals trägt. Auf diese Weise erhält man zwei Schnittlinien, welche man mit der Schmiege auf die beiden andern Seiten überträgt.

Beide Methoden lassen sich auch bei den Walmenfetten anwenden; wobei wir jedoch bemerken, dass die Zusammensetzung der beiden Hölzer nicht vollständig seyn kann, wenn die beiden langen Dachseiten nicht die nämliche Neigung haben wie der Walmen; indem alsdann bei der steilern Fette die dem Lattenwerke entgegengesetzte Seite höher auf dem Gradsparren liegen würde, als die minder steilere Fette, und die Zusammensetzung eigentlich nur in einem den beiden Parallelogrammen gemeinschaftlichen Trapezium Statt findet.

Zeichnung eines zum Gradsparren gehörigen Würfels.

Da die Zeichnung eines Würfels, welcher in einen Gradsparren eingezapft werden soll, um das Ausweichen zu verhindern, welches bei den Fetten des Druckes wegen Statt haben kann, selbst für die gemeinsten Fälle gewisse Eigenthümlichkeiten enthält, so geben wir hier den zum gewendeten Gradsparren gehörigen Würfel, welcher in *Fig. 209* vorgestellt ist, und bei dem wir die Dicke des Gradsparrens und die Fettenbreite als Dimension annehmen.

Die *Fig. 208* und *210* zeigen in den Rechtecken Q und q, die verticalen Vorstellungen der zur langen Dachseite und zum Walmen gehörigen Würfel, Nimmt man dieselben so breit an als die Fetten, so werden sich die beiden Flächen auf dem Gradsparren so durchschneiden wie diese letztern; so dass man die horizontale Vorstellung des Würfels dann erhält, wenn man in *Fig. 209* vermittelst der mit den respectiven Stuhlwandlinien CA', CF, perpendicular gehenden Linien, die Punkte e, t, s; e', t', s', der *Fig. 208* und *210* zeichnet. Die Linie *et*, welche e t und e' t' giebt, ist die horizontale Vorstellung der obern Kantenlinie, welche der verticale Verbindungsschnitt seyn würde, wenn der Würfel aus zwei Hölzern bestände : *ts* ist der Ausschnitt, in welchen das Ende der Fette eingesetzt wird; *hi* ist die Kante der verticalen Würfelfläche an der nämlichen Seite; *this* die Seite des Ausschnitts, welche sich an die Fette anlegt; gleiche Bewandtniss hat es mit *ts'*, mit *ml*, und mit dem Parallelogramm *tmls'*, an der Walmenseite. Wir brauchen der entgegengesetzten Seite *gf* keine besondere Gestalt zu geben, indem man sie mit der Dachkante perpendicular lässt; x zeigt den Ort zum Zapfen, welcher an der langen Dachseite seine völlige Gestalt hat.

Die verticale Vorstellung wird auf dem Profil der Gradsparrenneigung, *Fig. 211*, folgendergestalt ausgeführt. Man zeichnet daselbst vermittelst Perpendicularlinien mit CD', die Punkte *e, t, s, s', h, i, l, m*, der horizontalen Vorstellung; und zwar einen jeden auf dem Punkte der Linie, zu welcher er gehört; worauf *et* die verticale Projection der obern vorspringenden Würfelkante, so wie der Ausschnittkante des zum Gradsparren gehörigen Sparrens seyn wird; und *eo*, welches mit der Kantenlinie perpendicular geht, ist die Vorstellung zur hintern Seite, welche bei *fg*, *Fig. 209*, horizontal und mit dem Balkenholze in Verbindung gezeichnet ist; *xl*, ist die Ausschnittkante am Würfel, welche mit der des Gradsparrens einerlei ist. Hat man hierauf die Höhe Cx, Cx', auf der Axenlinie nach $C'x'$, $C'x'$, getragen, ferner *tx*, und *tx'* gezogen und mit denselben *hi* und *hl* parallel geführt; so ist der Theil *ts* von *tx*, die verticale Vorstellung des Ausschnitts, welcher dem Würfel in Bezug auf die zur langen Dachseite gehörigen Fette angehört, so wie es *ts'* für die Walmenfette ist; und *th*, parallel mit der Stuhlwandlinie *c' d'*, ist die Vorstellung der beiden obern an diesem Ausschnitte befindlichen Kanten, welche bei *th* und *lm*, *Fig. 209*, horizontal gezeichnet sind. Sonach ist das Parallelogramm *tsih*, die verticale Vorstellung von derjenigen Ausschnittseite, welche mit der zur langen Dachseite gehörigen Fette verbunden ist, und *ts' l' h'*, ist es für die Walmenfette.

Both those methods can be applied alike to the purlins of the end : but it is to be observed that the seam common to such timbers, the reciprocal trace of each on the other, cannot be complete, unless the shelving may be like in both the contiguous panes of the roof; otherwise, in the purlin sleeper, the face opposed to the lathing takes on the hip a place superior to the one of the less rapid timber, and they meet only in a trapezium common to both the parallelograms.

Draught of a Stopper for the hip.

The stopper which is to be framed to the hip with tenon and mortise, for holding the slipping of the purlins inticed by the heaviness, offers some difficulties of draught, even in the simplest cases. This is the tracing of the one belonging to the hip shown *Fig. 209*, and to which we suppose for slantings the thickness of the hip and the breadth of the purlins.

The *Fig. 208* and *210* show, in the rectangles Q and q, the vertical projections of the stoppers of the side and of the end. Let suppose their breadth be lengthened as the ones of the purlins themselves : the two bulks shall intersect each other on the hip, as well as the purlins themselves intersect; so that one shall have the horizontal projection of the hip's stopper by projecting on the *Fig. 209* perpendiculars to the respective base-lines CA', CF, through the traces of edges e, t, s; e', t', s' of the *Fig. 208* and *210:* the line *et*, alike given by e t and e' t', is the horizontal projection of the upper-edge-line of the stopper, showing the vertical cut of the seam, if the stopper was formed with two timbers; *ts* is the one of the lateral grooved edge necessary to receive the end of the side's purlin; *hi* is the one of the vertical face of the stopper on the same side; *this*, the one of that grooved face, which is to be applied to the purlin : it is the same of *ts'*, *ml*, and *tmls'*, with regard to the end. It is needless to give a particular shape to the opposite face *gf*, which is usually left perpendicular to the edge of the roof; x shows the place of the tenon, wholly on the part of the side.

In order to form the vertical projection of that stopper on the front-view of the hip, *Fig. 211*, you shall project there, by means of perpendiculars to CD', the points *e, t, s, s', h, i, l, m*, of the horizontal projection, each on the profile of the line to which it belongs. Then *et* shall be the vertical projection of the jutting upper-edge of the stopper, and of the grooved edge of the hip's rafter; *eo*, perpendicular to the edge-line, shall be the one of the back-face, the seam common to the stopper-prop, and which is projected horizontally in *fg*, *Fig. 209; xl*, the one of the grooved edge of the stopper, identic to the jutting edge of the hip. Take off the heights Cx, Cx', and bring them on the axe-line in $C'x$, $C'x'$; draw *tx* and *tx'*, and, parallely to those, *hi* and *hl: ts*, the part of *tx*, shall be the vertical projection of the grooving particular to the stopper for receiving the end of the purlin of the side, and *ts'* for the end's one; *th*, parallel to the base-line *c' d'*, the one of the two superior edges of this grooving, which are projected horizontally in *th* and *lm*, *Fig. 209*. So the parallelogram *tsih* shall be the vertical projection of this grooving with regard to the purlin of the side; and *ts' l' h'*, the one belonging to the end's purlin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Trait de l'assemblage des Pannes avec les Arbalétriers.

134. Lorsque les pannes sont assemblées à tenons et mortaises avec les arbalétriers, et par conséquent aussi avec les arêtiers, outre les coupes obliques qui doivent avoir lieu comme pour les pannes juxtaposées, voici le tracé du tenon qui doit être réservé à la panne, et de la mortaise qui doit être pratiquée à la face verticale de l'arêtier, et dont la profondeur doit être dirigée parallèlement à la surface du délardement.

Soit, *Fig. 212*, la projection horizontale de la portion DAECBF d'un arêtier dévoyé dans lequel doivent avoir lieu les assemblages d'un cours de pannes. CD est la trace horizontale de la face latérale qui doit recevoir la commissure de la panne de croupe; EF est la même chose pour celle de long-pan. La *Fig. 213* contient seulement la projection verticale de la commissure de la même panne avec l'arbalétrier de croupe; et la *Fig. 214*, celle du même cours de pannes avec l'arbalétrier de long-pan.

Les traces verticales f, g, h, i, *Fig. 213*, des arêtes de la panne de croupe étant projetées sur CD, *Fig. 212*, par des perpendiculaires à l'intersection commune des deux plans de projection, on a en f, g, h, i, les projections horizontales des quatre angles de la commissure [occupation] sur la face verticale de l'arêtier qui est du côté de la croupe; et celles-ci étant projetées à leur tour sur la face verticale du profil de l'arêtier, *Fig. 215*, chacune sur l'arête à laquelle elle appartient, donnent immédiatement le parallélogramme o p q r pour projection verticale de cette commissure, et par conséquent dans sa position et ses dimensions réelles. Par une opération semblable, faite d'après les traces verticales a, b, c, d, *Fig. 214*, des arêtes de la panne de long-pan, on trouverait de même le parallélogramme k l m n, *Fig. 216*, pour la projection verticale de la commissure de la panne de long-pan avec l'autre face verticale de l'arêtier.

Les mortaises étant une fois tracées sur le profil de l'arêtier, pour avoir la projection horizontale des tenons qui doivent être réservés à la coupe de chaque panne, il suffit de renvoyer les angles de chaque mortaise sur la projection horizontale de l'arêtier, *Fig. 212*, et, par les points ainsi trouvés, de tracer parallèlement à celles de la panne à laquelle chacun d'eux appartient, les arêtes des tenons, excepté celle de l'about, qu'il est d'usage de faire perpendiculaire à la surface de commissure. Les figures démontrent suffisamment cette opération par la notation des mêmes chiffres aux mêmes objets.

Observation. Outre que ce procédé porte sa vérification en lui-même, puisque les quatre points résultant de chaque opération doivent donner un parallélogramme, on peut encore le vérifier de deux autres manières, en portant sur l'axe de chaque profil d'arêtier la hauteur de normales et de transversales t j et t u, *Fig. 213*, en t′ j′ et t′ u′, *Fig. 215*; t′ e, t′ u, *Fig. 214*, en t″ e′ et t″ u′, *Fig. 216*; prolongeant les projections a a et f f jusqu'à leur rencontre, qui doit être sur la ligne d'arête en un point s; menant à cette ligne d'arête la perpendiculaire s s s′, puis des points s et s′ les traces de plan normal s e′, s′ j′, et les horizontales s u′, s′ u′. En effet, les côtés trouvés pour les deux parallélogrammes doivent être respectivement parallèles aux normales, et les horizontales doivent passer par les angles o et k de ces parallélogrammes.

Noulet droit.

135. Lorsqu'un comble à deux égouts, au lieu d'aboutir à un pignon ou à une ferme verticale, ou bien de se terminer en croupe, se prolonge au con-

Zeichnung nach welcher die Fetten mit den Dachstuhlsäulen zusammengesetzt werden.

134. Werden die Fetten in die Stuhlsäulen, und folglich auch in die Gradsparren eingezapft, so geben wir hier für diesen Fall, ausser den schrägen Schnitten, welche wie bei den aufgelegten Fetten Statt haben, auch noch die Zeichnung des Zapfens an der Fette, so wie des Zapfenloches am Gradsparren, dessen Tiefe mit der schrägen Richtung der Oberfläche parallel seyn muss.

Die *Fig. 212* sey die horizontale Vorstellung vom Theil DAECBF, eines gewendeten Gradsparrens, mit welchem eine Reihe Fetten verbunden werden soll; CD, die horizontale Vorstellung der Seite, welche mit der Walmenfette verbunden werden soll; EF ist das nämliche bei der zur langen Dachseite gehörigen Fette. Die *Fig. 213* zeigt bloss die verticale Vorstellung von der Verbindung der nämlichen Fette mit der Walmenstuhlsäule, und die *Fig. 214*, die mit der Stuhlsäule der langen Dachseite.

Da die verticalen Punkte f, g, h, i, *Fig. 213*, welche die Kanten an der Walmenfette vorstellen, vermittelst der mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitte beider Grundrisse parallel gehenden Linien auf CD, *Fig. 212*, gezeichnet sind; so erhält man daraus bei f, g, h, i, die horizontalen Vorstellungen von den vier Winkeln am Ausschnitte auf der verticalen Gradsparrenfläche nach der Walmenseite zu. Dieselben Linien sind ihrerseits auf der verticalen Fläche des Gradsparrenprofils, *Fig. 215*, und zwar eine jede auf der Kante zu welcher sie gehört, gezeichnet worden, und haben in dem Parallelogramm o p q r die wahre Beschaffenheit und Dimension dieses Ausschnittes gegeben. Aus einer ähnlichen Operation, welche nach den verticalen Linien a, b, c, d, *Fig. 214*, welche die Fettenkanten an der langen Dachseite vorstellen, gemacht würde, ergäbe sich das Parallelogramm k l m n, *Fig. 216*, als verticale Vorstellung des Ausschnittes an der zur langen Dachseite gehörigen Fette, worein die andere verticale Fläche des Gradsparrens eingesetzt wird.

Sind die Zapfenlöcher auf dem Profile des Gradsparrens gezeichnet, so braucht man, um die horizontale Vorstellung der an jeder Fette anzubringenden Zapfen zu erhalten, bloss die Winkel eines jeden Zapfenloches auf die horizontale Vorstellung des Gradsparrens *Fig. 212* zu tragen, und vermittelst der solchergestalt gefundenen Punkte, die Zapfenkanten parallel mit derjenigen Fettenprojection zu zeichnen, zu der ein jeder Punkt gehört; wovon bloss die Endkante ausgenommen ist, welche gewöhnlich mit der Fläche des Ausschnittes perpendicular gemacht wird. Diese Operation ergiebt sich sattsam aus den Zeichen, welche auf die nämlichen Gegenstände hinweisen.

Anmerkung. Ohnerachtet sich die Richtigkeit dieses Verfahrens schon durch sich selbst beweist, indem die vier Punkte, welche sich aus jeder Operation ergeben, ein Parallelogramm bilden müssen; so bestätigt sich dasselbe noch durch die beiden andern Verfahrungsweisen, wonach man die Höhe der Normalen- und Zwerchlinien t j und t u, *Fig. 213*, auf der Axe eines jeden Gradsparrenprofils nach t′ j′ und t′ u′, *Fig. 215*; t′ e, t′ u, *Fig. 214*, nach t″ e′ und t″ u′, *Fig. 216*, trägt; die Projectionen a a und f f, bis dahin wo sie auf der Kantenlinie in dem Punkte s zusammentreffen, verlängert; auf diese Linie die Perpendicularlinie s s s′ führt, und endlich aus den Punkten s und s′, die Normallinien s e′, s′ j′, nebst den Horizontallinien s u′, s′ u′ zieht: die für die beiden Parallelogramme gefundenen Seiten müssen nämlich mit den Normallinien parallel seyn; und die Horizontallinien müssen durch die Winkel o und k dieser Parallelogramme gehen.

Gerade Kehle.

135. Wenn ein Dach mit zwei Wasserabzügen sich nicht an einem Giebel oder einem verticalen Bunde, oder in einem Walmen endigt, sondern

Draught of a Purlin framed with a principal Rafter.

134. When the purlins are framed with tenons and mortises to the principal rafters, and consequently to the hip, farther the oblique cuts belonging to the juxtaposed purlins, behold the particular draughts of the tenon to be reserved in the purlin, and the mortise to be made into the vertical side of the hip, and whose the depth ought to be directed parallely to the shaving of the hip.

Let be, *Fig. 212*, DAECBF the horizontal projection of a part of a deviated hip, on whom ought to be framed a row of purlins; CD, the trace of the lateral face which is to receive the framing of the end's purlin; EF, the one belonging to the one of the side. The *Fig. 213* shows only the vertical projection of the seam common to the purlin and to the rafter of the end; and the *Fig. 214*, the one relative to the principal rafter of the side.

The vertical traces f, g, h, i, *Fig. 213*, of the edges of the end's purlin, being projected on CD, *Fig. 212*, by the means of perpendiculars to the common intersection of the two plans of projection, give f, g, h, i, the horizontal projection of the seam [trace] on the vertical face of the hip, towards the end; and those latter points, being after projected on the vertical face of the hip's profile, *Fig. 215*, each on the edge to which it belongs, give immediately the parallelogram o p q r as the vertical projection of that seam, and consequently with its own sit and real measures. A construction quite like, made with the traces of the edges of the end's purlin a, b, c, d, *Fig. 214*, shall give the parallelogram k l m n, *Fig. 216*, as the vertical projection of the seam of the side's purlin framed with the other vertical face of the hip.

The mortises being once traced on the front-view of the hip, in order to form the horizontal projection of the tenon to be reserved at the cut of each purlin, it suffices to send back the corners of each mortise on the horizontal projection of the hip, *Fig. 212*, and, through the points so found, to trace the edges of the tenons parallely to the ones of the purlin to which they belong; excepting the but-edge, which usually is cut perpendicularly to the surface of the occupation. The figures show plainly enough that drawing by means of the same numbers stamped on the same objects.

Remark. Such a draught contains into itself its own verification, since the four points resulting from each operation ought to give a parallelogram; but it can be further verified in a double other manner, by bringing on the axe of each side-view of the hip the normal's and transversal's heights, viz, t j and t u, *Fig. 213*, on t′ j′ and t′ u′, *Fig. 215*; t′ e, t′ u, *Fig. 214*, on t″ e′ and t″ u′, *Fig. 216*; lengthening the projections a a and f f until their meeting in a point s, what ought to be on the edge-line; drawing through that point s s s′ perpendicular to that edge-line; and at last, through s and s′, the traces of normal-plan s e′, s′ j′, and the horizontals s u′, s′ u′. Indeed the found sides of the two parallelograms ought to be respectively parallel to the normals, and the horizontals must pass through the angles o and k of those parallelograms.

Right shorted Valley.

135. When a double guttered roof does not end in an inclinated pane (in end), nor seat on a triangularly lengthened wall, neither on a vertical truss,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traire jusqu'à la rencontre d'un pan de couverture d'un bâtiment plus grand, au chevronage duquel il se termine par une sorte de ferme oblique, la portion du petit comble ainsi projetée sur le grand se nomme *noulet ;* en sorte que l'assemblage oblique qui termine le petit comble, et que l'on compose parfois comme les fermes ordinaires, est proprement l'intersection d'un prisme triangulaire sur une des faces d'un autre prisme triangulaire plus grand, dans la supposition que ces deux prismes aient une de leurs faces sur le même plan, ou au moins sur des plans parallèles, *Fig. 223.* On voit d'abord qu'une telle intersection est un triangle isocèle, si les lignes de couronnement des deux combles sont dans des directions perpendiculaires; et un triangle scalène, si elles sont obliques l'une par rapport à l'autre, ou que l'une des deux bases soit en biais : on voit aussi que la ferme oblique d'un noulet formerait deux noues complètes, si les lignes de couronnement étaient à la même hauteur.

Les deux pièces juxta-posées au chevronage du grand toit prennent le nom de *branches de noulet*: si l'on y assemble d'autres pièces pour y produire plus de solidité, le composé s'appelle *ferme oblique du noulet* [ferme couchée], et ces autres pièces prennent le nom qu'elles auraient dans une ferme ordinaire : la ferme verticale du petit toit, à laquelle commence le noulet, s'appelle *fermette*; et les pièces situées entre celles-ci et la ferme oblique, sont appelées *empanons de noulet, pannes de noulet, &c.*

136. L'exemple que nous allons considérer, est un noulet droit, détaillé aux *Fig. 217, 218, 219, 220, 221, 222* et *223*. La description horizontale, *Fig. 217*, montre en *A B* l'épaisseur des murs du bâtiment; en *C*, la saillie de sa corniche; en *E*, celle de la corniche du vieux bâtiment; et l'intersection *D* de ces deux retombées est le point inférieur de la ligne de noue *D X. F G* montre l'épaisseur du vieux mur; et *H, I*, les plates-formes du vieux comble; *J* et *K* sont celles du comble neuf qui aboutissent contre l'extérieur du vieux. *M* est la projection horizontale d'un des arbalétriers de la fermette ; *L*, celle de son blochet; et *N*, celle du poinçon : on voit que l'épaisseur de cette fermette est placée en dehors de la ligne d'égout du vieux comble, afin de ne pas causer de difformité à la ligne de noue *D X. O* est un chevron du petit comble, et *P*, un bout de la panne faîtière : on voit en *Q* la panne du noulet; en *R*, le blochet de la branche du noulet, qui est en partie sur les plates-formes neuves, et en partie sur une vieille : *S* est la projection horizontale de l'une des branches du noulet; *T U*, celle d'une croix de Saint-André; et *V*, les empanons : *X Y* est la projection horizontale de la ligne de couronnement du noulet, prise dans le mesurage fait sur le vieux comble.

137. La *Fig. 218* montre la projection verticale de la fermette : on voit qu'elle est composée de pièces combinées comme aux fermes qui précèdent, et le tracé en sera fait comme aux exemples que nous venons d'expliquer. A B indique l'épaisseur du mur neuf; et C, la saillie de sa corniche: D Z est la pente du petit comble. On a coutume d'annexer à cette figure une ligne oblique appelée dans la pratique *pente du vieux comble* : pour tracer cette ligne, les élémens sont sa projection verticale Y Z, axe de la fermette; et sa projection horizontale *Y X*, *Fig. 217*, ligne de couronnement du noulet. Par le point Z de la *Fig. 218*, on a mené parallèlement à la ligne de trave la ligne Z X, qu'on a faite égale à *Y X* de la *Fig. 217 ;* on voit donc que cette ligne de couronnement Z X a fait un quart de révolution sur l'axe de la fermette : alors l'hypoténuse X Y est bien réellement la pente du vieux comble; elle est aussi l'axe de la ferme oblique, dont la projection verticale se confondait avec celle de l'axe de la fermette avant son mouvement de rotation : la ligne X Y exprime encore la trace de la surface de la ferme oblique qui est contiguë au vieux comble. La droite *ap*, qui lui est parallèle, a été tracée d'après l'une des

vielmehr bis zur Dachseite eines grössern Gebäudes geht, an dessen Sparrenwerke es sich an einer Art von schrägem Bunde endigt; so heisst der Theil des kleinen Daches, welches an das grosse anstösst, eine *Kehle;* so dass also die schräge Dachverbindung, an welcher sich das kleine Dach endigt, und welche bisweilen wie die gewöhnlichen Bünde zusammengesetzt ist, eigentlich nichts anders ist als der Durchschnitt eines dreieckigen Prismatis auf einer der Flächen eines andern dreieckigen und noch grössern Prismatis; wobei angenommen wird, dass diese beiden Prismata eine von ihren Flächen auf dem nämlichen Plane, oder wenigstens auf parallelen Plänen, *Fig. 223*, haben. Man sieht, dass ein solcher Durchschnitt ein gleichschenkeliges Dreieck dann ist, wenn die Kranzlinien der beiden Dächer perpendicular gerichtet sind ; und dass er ein ungleichseitiges Dreieck ist, wenn diese Linien in Bezug auf einander schräg sind, oder wenn die eine der beiden Grundflächen schräg ist : man sieht ferner, dass der schräge Bund einer Kehle zwei vollständige Kehlsparren bilden würde, wenn die Kranzlinien sich an derselben Höhe befänden.

Die beiden über einander gelegten Hölzer am Sparrenwerke des grossen Daches heissen *Kehlschifter*. Verbindet man, der Festigkeit wegen, damit noch andere Hölzer, so nennt man eine solche Zusammensetzung einen *schrägen Kehlbund*, wobei jene Hölzer ihre gewöhnlichen Namen beibehalten. Der verticale Bund des kleinen Daches, an welchem die Kehle ihren Anfang nimmt, heisst der kleine Dachbinder, und die zwischen diesem und dem schrägen Bunde befindlichen Hölzer heissen *Kehlsparren, Kehlfetten*, u. s. w.

136. Der jetzt zu beschreibende Fall betrifft eine gerade in der *Fig. 217, 218, 219, 220, 221, 222* und *223* enthaltene Kehle. Der Grundriss *Fig. 217*, zeigt bei *A B* die Dicke der Hauptmauern; bei *C*, den Vorsprung des Karniesses; bei *E*, den Karniessvorstoss am alten Gebäude, und der Durchschnitt *D*, ist der untere Punkt an der Kehllinie *D X. F G* zeigt die Dicke der alten Mauer, *H, I* die Mauerlatten des alten, und *J, K*, die des neuen Daches, welche bis an das alte gehen. *M* ist die horizontale Vorstellung von einer zum kleinen Dachbinder gehörigen Stuhlsäule; *L* ist die des Stichbalkens, und *N* die der Giebelsäule. Man sieht, dass die Dicke dieses kleinen Dachbinders ausserhalb der Dachrinnenlinie des alten Daches gestellt ist, wodurch die Kehllinie *D X* mehr Ebenmaas erhält. *O* ist ein Sparren am kleinen Dache, und *P* ein Ende von der Giebelfette : wir sehen bei *Q* die Kehlfette, und bei *R* den Stichbalken zum Kehlschifter; derselbe liegt theils auf den neuen Mauerlatten, theils auf einer alten. *S* ist die horizontale Vorstellung von einem Kehlschifter; *T U* die eines Kreuzbuges, und *V* die des Schiftsparrens : *X Y* endlich, ist die horizontale Vorstellung von der Kehlkranzlinie, welche vom alten Dache genommen ist.

137. Die *Fig. 218* zeigt die verticale Vorstellung des kleinen Dachbinders; wir sehen, dass derselbe eben so zusammengesetzt ist, wie die vorigen Bünde. Er wird übrigens auf die nämliche Weise gezeichnet wie in andern bereits beschriebenen Fällen. A B zeigt die Dicke der neuen Mauer, und C den Vorsprung am Karniesse. D Z ist der Abhang des kleinen Daches. Dieser Figur ist eine schräge Linie, welche den Abhang des alten Daches vorstellt, beigefügt worden. Bei der Zeichnung dieser Linie sind die Hauptbestandtheile : ihre verticale Projection Y Z, Axe des kleinen Dachbinders; und ihre horizontale Darstellung, *Y X, Fig. 217*, Kehlkranzlinie. Durch den Punkt Z der *Fig. 218*, ist mit der Stuhlwandlinie die Linie Z X parallel gezogen, und diese letztere der Linie *Y X, Fig. 217* gleich gemacht worden. Diese Kranzlinie Z X hat diesem zu Folge einen Viertelzirkel um die Axe des kleinen Dachbinders beschrieben; so dass sodann die Hypothenuse X Y der wahre Abhang des alten Daches ist; sie ist ferner auch die Axe des schrägen Bundes, dessen verticale Projection sich vor jener kreisförmigen Bewegung mit der Axenlinie des kleinen Dachbinders verschmolz. Die Linie X Y ist

but is prolonged untill to a pane of a greater roofing, on raftering of which it ends in a kind of oblique truss; the part of the lesser roof so projected on the greater is called *shorted valley :* so that the oblique framing which bounds the lesser roof, and which sometimes is framed as well as the ordinary trusses, is exactly the intersection of a triangular prism by the one of the faces of another greater triangular prism, supposing that both those prisms have the one of their sides on the same plan, or at less on parallel plans, as shows the *Fig. 223*. It is understood forthwith that such an intersecting is an isosceles triangle, when the crowning-lines of the roofs are perpendicular to each other; and a scalene, if they are oblique, or the one of the bases is slope; 2.ly, that the oblique truss bounding such a roof should form two complete valleys, if both the ridge-lines should be at the same height.

The two timbers laid on the rafters of the greater roof are named *branches of the shorted valley :* when another timbers are framed to them, in order to produce a greater solidity, such a framing is called *oblique truss of the shorted valley* [laid truss]; and those timbers take the same names as in an usual truss. The vertical truss of the lesser roof, from which the valley begins, has name *small truss;* and the timbers seated between the small and the oblique truss, are called *valley's rafters, valley's purlins, &c.*

136. The *Fig. 217, 218, 219, 220, 221, 222* and *223*, show a shorted valley rightangled. On the horizontal description, *Fig. 217, A B* designs the thickness of the one of the building's walls; *C*, the jutty of its cornice; *E*, the one of the cornice of the old building; the intersection *D* of those jutties is the bottom of the valley-line *D X. F G* shows the thickness of the old wall; *H, I*, the wall-plates of it; *J* and *K*, the ones of the lesser building, which end at the exterior one of the old roof. *M* is the horizontal projection of a principal rafter of the small truss; *L*, the one of the hammer-beam; *N*, of the king-post : the thickness of the small truss outs the eaves-lines of the old roof, in order that the valley-line *D X* does not be broken. *O* shows a rafter of the small roof; *P*, an end of the ridge-purlin; *Q*, the purlin of the valley; *R*, the hammer-beam particular to the branch of the shorted valley, which lays, a part on the one of the old wall-plates, and a part on the new ones : *S* shows the horizontal projection of the one of the valley's branches; *T U*, the one of a Saint-Andrew's cross; *V*, of the shorted rafters; *X Y*, the one of the crowning-line of the shorted valley.

137. The *Fig. 218* shows the vertical projection of the small truss : it is formed with timbers framed as in the usual truss, and drawn as well as the foregoing explained. A B marks the thickness of the new walls; C, the jutty of the cornice; D Z, the shelving of the lesser roof. To that figure is added, as usually, *the shelving of the greater roof*, drawn by the means of its vertical projection *X Z*, the axe of the small truss, and its horizontal one *Y X*, *Fig. 217*, the crowning line of the shorted valley. Through the point Z, *Fig. 218*, trace Z X, parallel to the base-line, and equal to *Y X* of the *Fig. 217*. It is then understood that the crowning-line Z X has turned a quadrant on the axe of the small truss, and that the hypotenuse X Y is the real shelving of the old roof; the same line is also the axe of the oblique truss, whose the vertical projection was confounded with the one of the small truss before the motion of rotation : X Y expresses too the trace of the surface inferior of the oblique truss, which is contiguous to the old roof. The straight *a p*, parallel to it, is distanced accordingly to the scantlings of the timbers which compound it; it is besides a trace of the face of the oblique truss, which receives the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dimensions d'écarrissage des bois qui doivent entrer dans sa composition; cette dernière est la trace de la ferme oblique qui reçoit les assemblages des pannes, empanons, &c. du noulet. Les praticiens appellent le parallélogramme XY*ap*, *aiguille couchée;* on pourrait tout au plus le considérer comme une coupe à l'axe de la ferme oblique. Nous avons seulement supposé que la ligne de couronnement avait fait un quart de révolution sur l'axe de la fermette, qui a transporté l'extrémité de *YX*, *Fig. 217*, en X, *Fig. 218;* on peut supposer le même mouvement à la fermette entière : alors le parallélogramme XY*ap* devient une vraie projection de la ferme oblique, laquelle, ayant encore subi un mouvement de quart de cercle sur la ligne XY, présentera un triangle zyd, *Fig. 219;* et, si l'on renvoie par des transversales les points principaux de la fermette sur cette projection de la ferme oblique, on aura les points nécessaires pour tracer son extension en opérant comme il suit.

138. Pour tracer les détails des pièces qui composent la ferme oblique, *Fig. 219*, on menera d'abord, pour ligne de trave, yd, qu'on fera égale à YD et perpendiculaire à YX, ainsi que celle de couronnement Xz; on tracera aussi yz parallèle à YX pour isoler la *Fig. 219* de la précédente : car la ferme oblique ne diffère de la verticale que par la longueur de son axe; les dimensions de largeur restent les mêmes. On tracera donc dz, qui sera l'arête de la branche du noulet contiguë au vieux comble. En menant des points 1, *a*, *b*, des parallèles à Xz, on aura sur yz les points *a*, 1, *b*, par lesquels on tracera des droites parallèles à dz, qui marqueront les trois autres arêtes de la branche de noulet, toutes sur une même surface, le plan du chevronage du grand comble, mais dont il faut supposer que les deux provenant de *a* et de *b* sont élevées au-dessus de ce plan de la quantité qu'il y a entre XY et *ap*. En effet, par le mouvement de rotation que nous avons supposé, la ligne *ap* s'est placée directement sur XY, et chacun de ses points a décrit un quart de cercle perpendiculaire à cette dernière; en sorte que leurs projections sur XY sont les mêmes qu'ils donneraient dans leur nouvelle position sur une ligne élevée au-dessus de zy. Il résulte de ce qui précède, que les points *g*, *h'*, de la ligne *ap*, ont donné les arêtes de la face de l'entrait g; et 4 et 5, les arêtes de la contre-face; que les points *i*, *j*, sur *ap*, renvoyés en *i* et *j* sur l'arête supérieure de la branche de noulet, avec les distances *tu*, *tv*, de la *Fig. 218*, reportés en *tu*, *tv*, *Fig. 219*, y ont donné les arêtes *ju*, *jv*, de la face de l'esselier : mais les arêtes de la contre-face sont tracées parallèlement aux premières par les extrémités des perpendiculaires menées des points *u* et *v* à la face inférieure de l'entrait, pour y tracer l'occupation de l'esselier. Le même procédé donnera le tracé de la jambette, des contre-fiches, et des mortaises des empanons. Mais il faut tracer auparavant les coupes des empanons sur le trait, comme on a vu aux pavillons qui précèdent, ou bien employer à leur tracé les points d'about de la description horizontale. La *Fig. 220* montre dans sa largeur naturelle la face de la branche de noulet qui contient les mortaises de la jambette, de l'esselier, &c.

On voit à la *Fig. 221* les détails d'une croix de Saint-André placée entre le faite et le sous-faite du noulet.

Pour tracer les arêtes de l'autre croix de Saint-André dessinée dans la description horizontale,

endlich auch noch die Oberfläche des schrägen Bundes, welcher an das alte Dach anstösst. Die gerade Linie *ap*, welche mit demselben parallel läuft, ist nach einem der vierkantigen Hölzer gezeichnet, aus denen derselbe zusammengesetzt ist. Diese letztere Linie ist die Vorstellung des schrägen Bundes, mit dem die Kehlfetten, Schiftsparren, u. s. w., verbunden sind. Das Parallelogramm XY*ap* wird in der Praxis *aiguille couchée* genannt; es kann höchstens als ein Durchschnitt an der Axe des schrägen Bundes betrachtet werden. Wir haben angenommen, dass die Kranzlinie eine Viertelwendung um die Axe des kleinen Dachbinders gemacht habe, wodurch das Ende von *YX*, *Fig. 217*, nach X, *Fig. 218*, getragen worden ist; allein es lässt sich annehmen, dass die nämliche Bewegung bei dem ganzen Binder Statt findet; alsdann wird das Parallelogramm XY*ap*, die wahre Darstellung des schrägen Bundes; und nachdem eine abermalige Viertelwendung auf der Linie XY Statt gehabt hat, so entsteht daraus das Dreieck zyd, *Fig. 219*. Trägt man sodann vermittelst schräger Linien die Hauptpunkte dieses Binders auf die Projection des schrägen Bundes, so erhält man die zur erweiterten Zeichnung erforderlichen Punkte, wobei man auf folgende Weise verfährt.

138. Sollen die Zusammensetzungen im schrägen Bunde, *Fig. 219* gezeichnet werden, so zieht man zuvörderst yd als Stuhlwandlinie, und macht sie gleich YD, und perpendicular mit YX; zieht ferner die Kranzlinie Xz, und zeichnet yz, parallel mit YX, um die *Fig. 219* von der vorigen abzusondern; denn der schräge Bund unterscheidet sich von dem verticalen bloss durch die Länge seiner Axe, indem die Breite die nämliche bleibt. Man zeichnet hierauf dz, welches die an das alte Dach anstossende Kante des Kehlschifters ist. Zieht man sodann aus den Punkten 1, *a*, *b*, Parallellinien mit Xz, so erhält man auf yz die Punkte *a*, 1, *b*, vermittelst welcher man gerade mit dz parallel laufende Linien zieht. Diese letztern bezeichnen die drei andern Kehlschifterkanten, welche sich sämmtlich auf der nämlichen Fläche am Sparrenwerke des grossen Daches befinden; wobei aber angenommen wird, dass die beiden aus *a* und *b* sich ergebenden Kanten, über dieser Fläche um die zwischen XY und *ap* Statt findende Grösse erhaben sind. Es hat nämlich vermittelst der obgedachten kreisförmigen Bewegung, die Linie *ap* unmittelbar auf XY ihren Platz eingenommen; wobei ein jeder von ihren Punkten einen mit dieser letztern Linie perpendicularen Quadrant beschrieben hat; so dass also die Projectionen dieser Punkte auf XY die nämlichen sind, welche sie in ihrer neuen Stellung auf einer über zy aufgerichteten Linie geben würden. Diesem zu Folge haben die Punkte *g*, *h'*, der Linie *ap*, die Kanten an der Spannriegelfläche g; und 4 und 5 die Kanten an der entgegengesetzten Seite gegeben: ferner haben die Punkte *i*, *j*, auf *ap*, welche nach *i* und *j* auf die obere Kehlschifterkante mit den Abständen *tu*, *tv* der *Fig 218* geführt, und nach *tu*, *tv*, *Fig. 219* zurückgetragen wurden, daselbst die Kanten *ju*, *jv* an der Jagdbandseite gegeben; jedoch sind die Kanten an der entgegengesetzten Seite parallel mit den vorigen durch die Enden der Perpendicularlinien gezogen worden, welche aus *u* und *v* auf die untere Spannriegelseite geführt wurden, um daselbst den Einsatz des Jagdbandes zu bestimmen. Die Zeichnung des Stützholzes, der Streben und Zapfenlöcher an den Schiftsparren erhält man auf die nämliche Weise: es muss jedoch vorher bei den Schiftsparren entweder der Schnitt gezeichnet werden, wie solches bei den oben beschriebenen Pavillons zu ersehen ist, oder man bedient sich zu ihrer Zeichnung der Endpunkte in der horizontalen Vorstellung. Die *Fig. 220* zeigt die natürliche Breite der Kehlschifterseite in welcher die Zapfenlöcher zu dem Stützholze, Jagdbande, u. s. w., eingelocht sind.

Die *Fig. 221* enthält die Zeichnung eines Kreuzbuges, welcher zwischen den Kehlgiebelfetten angebracht ist.

Die Kanten am andern Kreuzbuge, welcher im Grundrisse *Fig. 217* enthalten ist, werden, wie

framings of the purlins, rafters, &c. of the shorted valley. The parallelogram XY*ap* is called by the practisers *needle lain;* it could be at most considered as a section of the oblique truss, made along the axe. When we have supposed that the crowning-line had turned on the axe of the small truss, and transferred at X, *Fig. 218*, the extremity of *YX* of the *Fig. 217;* the same motion executed by the whole truss has turned the parallelogram XY*ap* in a true vertical projection of the oblique truss, which, being after turned round the line XY, becomes the triangle dyz, *Fig. 219;* then the principal points of the small truss, being sent back on that projection of the oblique truss by means of transverse lines, give the points useful for its ledgement, as it follows.

138. In order to draw the details of the timbers which compound the oblique truss, *Fig. 219*, bring the base-line yd, equal to YD and perpendicular to YX; then trace the crowning-line Xz, and zy parallel to YX, for distinguishing the *Fig. 219* from the preceding one: indeed the oblique truss does not differ from the vertical one but by the length of the axis, the measures on breadth being quite alike. Then draw dz, the edge of the valley's branch contiguous to the old roof. Through the points 1, *a*, *b*, bring parallels to Xz, which shall intersect yz on the points *a*, 1, *b;* and, through those latter points, parallel straights to dz, which shall show the three other edges of the valley's branch, all traced on a same surface, viz, the raftering of the old roof, but whose two, the ones proceeding from the points *a*, *b*, are to be supposed over that surface as the straight *ap* raised over XY by the rotative motion. Indeed, by means of that movement, each point of the line *ap* has described a quadrant perpendicular to XY; so that its projection on XY is the same as the one whom it should give on a line seated over zy. From thence it results that the points *g*, *h'*, of the straight *ap*, give the edges of the face of the tie-beam g; and 4 and 5, the edges of the counter-face; that the points *i*, *j*, on *ap*, sent back at *i* and *j* on the upper-edge of the valley's branch, with the distances *tu*, *tv* of the *Fig. 218*, carryed at *tu*, *tv*, *Fig. 219*, give the edges *ju*, *jv*, of the brace: but the edges of the counter-face are traced parallely to the first ones, through the ends of the perpendiculars drawn from *u* and *v* on the under-face of the collar, for drawing on it the joint of the brace. The same method shall be used for tracing the ashleers, struts and mortises of the shorted rafters. But it needs before to trace the cuts of that rafters on the draught, or by the means of their butment-points on the horizontal projection. The *Fig. 220* shows the real breadth of the branch of the shorted valley on the face which countains the mortises for the ashleers, braces, &c.

The *Fig. 221* shows the details of a Saint-Andrew's cross seated between the ridge and the under-ridge of the roof.

For tracing the mortises of the other Saint-Andrew's cross designed on the horizontal projec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 217, on prendra à la surface du lattis un point angulaire, comme x; on tracera xy parallèle à la fermette M; par ces points x, y, on menera parallèlement à YZ deux droites qui donneront sur la surface du lattis, *Fig. 218*, les points x, y: par le point y on menera la transversale yz; et par le point x, la droite xz, perpendiculaire à la trace du lattis DZ: ce point z, transporté à la *Fig. 219*, par le moyen de sa distance à l'axe sur la transversale yz, servira à tracer les occupations et mortaises u, t, des branches de la croix de Saint-André sur la branche de noulet, comme nous avons expliqué à la planche qui précède celle-ci.

La *Fig. 222* est l'extension [la herse] de l'un des versans du noulet.

139. Dans ce premier exemple, on voit que les faces des branches de noulet opposées à celles qui sont contiguës au grand comble, lui sont parallèles; qu'on peut par conséquent considérer ces branches comme des plates-formes inclinées à l'horizon, et qui reçoivent le pied des empanons au moyen d'entailles [de pas], comme les plates-formes des combles reçoivent le pied des chevrons; mais avec cette différence, qu'ici les coupes des empanons sont obliques aux quatre surfaces, et le tracé doit s'en faire conformément à la pente du petit comble sur les faces verticales; et sur les faces inclinées, conformément à la pente du grand comble modifiée par celle du petit. Nous croyons utile d'ajouter à cette leçon le procédé pour tracer les dimensions d'écarrissage de la branche de noulet, c'est-à-dire, la coupe faite carrément à sa dimension longitudinale au moyen de l'angle-plan [le biveau] que forment les deux versans entre eux, et que l'on construira en cette sorte (n.° 71).

140. La *Fig. 224* représente le tétraèdre de la moitié du noulet, développé sur le plan de la moitié de sa ferme oblique y d Z, contiguë au grand comble: d X Z est l'un des versans du noulet qui a tourné sur la ligne de noue d Z; le triangle rectangle Z x y est la section verticale faite par la ligne de couronnement, ayant tourné sur y Z: il en résulte que Z X est égale à Z x, puisque toutes les deux sont la ligne de couronnement. D'un point quelconque X, pris sur Z X, menez une perpendiculaire à d Z, jusqu'à ce qu'elle rencontre y Z en c; portez Z X de Z en x, et joignez c x; de c et de z comme centres, et des rayons respectifs c x et zX, faites deux arcs qui se coupent en x, et joignez zx et xc: l'angle xzc sera la mesure de l'angle plan que forment entre eux les deux versans; de sorte qu'il ne reste plus qu'à déterminer ses côtés relativement aux dimensions des pièces qui doivent s'assembler à la branche de noulet. On mène la droite 2, 3, parallèle à zc, et à une telle distance, qu'elle exprime l'épaisseur des pièces de la ferme oblique, *Fig. 219*; et d'un autre côté, la ligne z, 1, déterminée par le point f, exprime la largeur de la face de la branche de noulet, qui est contiguë au lattis du grand comble, telle qu'elle a été donnée aussi *Fig. 219*: alors le parallélogramme z, 1, 2, 3 est la section perpendiculaire de la branche de noulet, d'où vous déduirez facilement son écarrissage.

Aux constructions modernes, les échantillons de bois qu'on emploie au chevronage étant d'un écarrissage moindre que les maîtresses pièces des fermes, les pieds des empanons ne peuvent occuper la largeur totale de la surface de la branche de noulet qui reçoit leur assemblage: ils pourront être fixés dans l'occupation e f g h, au moyen d'un pas dont le vide aura la forme d'un prisme triangulaire oblique, puisque celle de ses faces qui se confond avec celle de la branche de noulet, est un parallélogramme $jklm$, même figure, et dont l'enfoncement aura la forme d'un triangle klm.

141. Lorsque le noulet est très-petit, comme,

folgt, gezeichnet. Man nimmt an der Fläche des Lattenwerkes einen Eckpunkt, z. B. x; zeichnet xy mit dem kleinen Dachbinder M parallel; führt durch diese Punkte x, y, parallel mit YZ, zwei gerade Linien, welche auf der Oberfläche des Lattenwerks, *Fig. 218*, die Punkte x, y geben; zieht durch den Punkt y die Zwerchlinie yz; und durch den Punkt x, die gerade Linie xz, perpendicular mit der Lattenlinie DZ; der Punkt z, welcher in *Fig. 219*, vermittelst seines Abstandes von der Axe, auf die Zwerchlinie yz getragen ist, dient sodann zur Zeichnung des Einsatzes und der Zapfenlöcher u, t, vermittelst welcher die Hölzer des Kreuzbuges mit dem Kehlschifter verbunden werden, wie solches aus der vorigen Tabelle zu ersehen ist.

Die *Fig. 222* ist die erweiterte Zeichnung von einem der Kehlabhänge.

139. In diesem ersten Falle sind, wie man sieht, die Seiten der Kehlschifter, welche den an das grosse Dach anstossenden entgegengesetzt sind, mit diesem parallel; diese Schifter lassen sich folglich als Mauerlatten ansehen, welche nach dem Horizont geneigt sind, und Einschnitte erhalten, in welche die Schiftsparren eben so eingesetzt werden, wie die Hauptsparren in die gewöhnlichen Mauerlatten; nur dass hier die Schnitte der Schiftsparren mit den vier Flächen schräg laufen, deren Zeichnung bei den verticalen Flächen nach dem durch das kleine Dach modificirten Abhange des grossen Daches, ausgeführt werden muss. Es wird zweckdienlich seyn, wenn wir die Verfahrungsweise, nach welcher die Dimensionen des viereckigen Kehlschifters gezeichnet werden, hier beifügen; d. h. der Schnitt, welcher vermittelst des durch die beiden Abhänge gebildeten flachen Winkels viereckig der Länge nach gemacht, und folgendergestalt gezeichnet wird (N.° 71).

140. Die *Fig. 224* zeigt den Tetraëder von der halben Kehle, welcher auf dem Plane des an das grosse Dach anstossenden halben schrägen Bundes y d Z ausgeführt worden ist: d X Z ist einer von den Kehlabhängen, welcher sich um die Kehllinie d Z gedreht hat; das rechtwinkelige Dreieck Z x y, ist der verticale Durchschnitt, welcher von der Kranzlinie, die sich um y Z gedreht hat, gemacht worden ist: daraus folgt, dass Z X gleich ist Z x, weil beide Linien die Kranzlinie vorstellen. Aus einem beliebigen auf Z X genommenen Punkte X, ziehe man eine mit d Z perpendiculare Linie, bis solche mit y Z bei c zusammentrifft; trage Z X von Z nach x, und vereinige c x, beschreibe aus c und aus z, als Mittelpunkten, und aus den respectiven Radiis c x und zX zwei Bogen, welche sich bei x durchschneiden, und ziehe zx und xc zusammen; worauf xzc das Maas zu dem flachen Winkel seyn wird, den die beiden Abhänge mit einander bilden; so dass also nur noch dessen beide Seiten in Bezug auf die Dimensionen der mit dem Kehlschifter zusammen zu setzenden Hölzer zu bestimmen sind. Man ziehe die gerade Linie 2, 3, parallel mit zc, in einem solchen Abstande, dass sie die Dicke der zum schrägen Bunde, *Fig. 219* gehörigen Hölzer bezeichnet; wobei von der andern Seite die Linie z, 1, welche der Punkt f gegeben hat, die Breite der Kehlschifterseite, welche an das Lattenwerk des grossen Daches anstösst, so bezeichnet, wie solche in *Fig. 219* angegeben ist: das Parallelogramm z, 1, 2, 3, ist sodann die perpendiculare Section des Kehlschifters, wonach sich dessen Abvierung leicht bestimmen lässt.

Da bei den heutigen Gebäuden die zum Sparrenwerk bestimmten Hölzer gewöhnlich nicht so stark sind als die Bundhölzer, so können die Halbsparren zwar nicht die ganze Breite an den Kehlschiftern einnehmen; allein sie können in den Einschnitt e f g h, welcher die Gestalt eines dreieckigen schrägen Prismatis hat, eingesetzt werden; indem diejenige von ihren Flächen, welche sich mit der Kehlschifterfläche verschmilzt, ein in der nämlichen Figur befindliches Parallelogramm $jklm$ ist, wobei die Tiefe die Gestalt eines Dreiecks klm hat.

141. Ist die Kehle sehr klein, wie z. B. die eines

tion, *Fig. 217*, choose at the lathing's surface an angular point, for instance x, and draw xy parallel to the small truss M; through those points x, y, trace two parallels to YZ, which shall give on the lathing's trace, *Fig. 218*, the points x, y: through the point y, draw the transverse line yz; and through the point x, the straight xz, perpendicular to the lathing DZ: that point z, transferred on the *Fig. 219*, by the means of its distance from the axe, on the transverse line yz, shall be used for tracing the joints and mortises u, t, of the Saint-Andrew's cross on the branch of the shorted valley, as it was already explained on the foregoing plate.

The *Fig. 222* is a description of extent [the ledgement] of the one of the pourings of the shorted valley.

139. In that first example, it is seen that the faces of the branches of the shorted valley opposite to the ones contiguous to the greater roof, are parallel to it, and consequently that one can consider those branches as inclined wall-plates, which, by means of notches [heels], receive the feet of the shorted rafters, as well as the wall-plates of the ordinary roofs, the feet of the small rafters: but here the cuts of the shorted rafters are oblique to the four surfaces of the timbers; and the draught of them ought to be made accordingly to the shelving of the small roof, as for the vertical faces; and for the inclined ones, accordingly to the old roof's shelving modified by that of the lesser one's declivity. We reckon useful to add here a method for drawing the square dimensions of the branches of the shorted valley, viz, the section perpendicular to their length, by the means of the plan angle *[backing]* formed between the two pourings of the roofs, as it follows (see n.° 71).

140. The *Fig. 224* shows the tetraedron of the half shorted valley, unfolded on the plan of the oblique truss d y Z, contiguous to the greater roof: d X Z is the one of the pourings of the shorted valley, which has turned round the valley-line d Z; the rightangled triangle x y Z is the vertical section made by the crowning-line, laid down by movement of rotation on y Z: then Z X is equal to Z x, as being both equal to the crowning-line. Through a whatsoever point X of Z X, bring a perpendicular to d Z, lengthened until to y Z at c; carry Z X from Z at x, and join c x; from c and z as centers, with the respective rays c x and zX, trace two smallest arcs intersecting on x, and join zx and zc: the linear angle xzc shall be the measure of the plan angle being between the two covering panes; so that one needs only now to determine the sides of it with regard to the timbers which are to be framed with the valley's branch. They trace the straight 2, 3, parallel to zc, and so distanced from it, that it expresses the thickness of the timbers of the oblique truss, *Fig. 219*; whilst the line z, 1, determined by the point f, shows the breadth of the branch's face contiguous to the lathing of the old roof, as in the same *Fig. 219*: then the parallelogram z, 1, 2, 3 is the perpendicular section of the branch of the shorted valley, whence can be easily deducted its scantlings or squareness.

In the modern buildings, the small rafters being less big than the master timbers of the trusses, the feet of the shorted rafters cannot occupy the whole breadth of the upper-face of the valley's branch which receives their framing: they can be fixed on the seam e f g h into a grooved notch [heel] whose vacuity shall have the form of a triangular oblique prism, since the one of its faces, which is common to the valley's branch, is a parallelogram $jklm$, same figure, and the bottom ought to have the triangular form klm.

141. When the shorted valley is very small, as,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par exemple, celui d'une lucarne, on préfère donner à ses branches une forme différente, et qui demande un autre écarrissage. On mène cz' parallèle à la ligne de trave dy; on exprime l'épaisseur de la ferme oblique par la droite ap, parallèle à yZ; on fait l'angle $cz'4$ égal à celui de la pente du petit comble; du centre c, avec le rayon cd, on décrit l'arc df, et l'on mène $f4$ parallèle à cz': alors le trapèze $cf4z'$ est une section verticale de la ferme oblique, remise dans sa situation réelle d'obliquité, puisque l'angle zcZ est la pente du grand comble, que l'arc gf exprime la quantité dont la ferme oblique a tourné pour se remettre à sa place, que son épaisseur perpendiculaire tient alors la position de, et que cd est la longueur d'une ligne verticale menée à travers cette épaisseur. z' est un point de la ligne de noue qu'on peut supposer représenter z; et alors le point 4 de la coupe verticale appartient à l'arête supérieure de la branche de noulet, face du lattis, et peut être aussi supposé représenter le point 3 de la coupe droite. On mène à $z'4$ la perpendiculaire $4h$, représentant la largeur d'un empanon qui irait jusqu'au grand comble si on le coupait d'abord à l'équerre; on renvoie h en i sur la section perpendiculaire, où l'on mène enfin la droite $i5$, perpendiculaire à zx; et le trapèze $z1o5$ est la section perpendiculaire de la branche de noulet propre à recevoir l'assemblage d'empanons coupés perpendiculairement sur les faces verticales à leur about inférieur. Les lignes eq, qr, rs, auraient donné le trapèze $z1t3$ plus petit que $z1o5$. La figure a montre comment on doit diriger le trait de scie dans une pièce de bois pour en obtenir les deux branches de noulet quand on a des bois méplats.

Scholie. En procédant d'une manière analogue, on pourrait donner aux plates-formes et arêtiers des pavillons, soit droits, soit en biais, une forme telle, que les empanons et les chevrons s'y assemblassent avec une coupe perpendiculaire à leurs abouts.

Nicolas Fourneau (*Art du trait de charpenterie*, part. II, page 12, planche XIII) indique des tracés beaucoup plus simples : l'exposition qu'il en fait en trois pages *in-fol.*, contient jusqu'à quatre fois qu'ils sont incompréhensibles, et est elle-même presque inintelligible. C'est tout ce qu'on peut attendre d'un auteur qui, pour définir un noulet, se contente de dire, page 24, que *c'est un bâtiment qui vient se coucher sur un comble.* A cause de leur simplicité, nous donnons ses procédés, *Fig.* b, c, d, e, f, g, h. Les mêmes lettres appliquées aux mêmes objets mettront à portée de voir que cette matière n'est nullement incompréhensible pour celui qui sait seulement distinguer les angles linéaires, les angles plans et les angles solides.

Trait d'une Ferme brisée [Mansarde] sur base rectangulaire, qui reçoit une croupe plus raide que les longs-pans.

142. L'explication du tracé primitif des *Fig. 225, 226, 227* et *228*, ainsi que de celui des maîtresses pièces qu'elles montrent, ne serait ici qu'une répétition de l'explication qui précède pour les pavillons : nous passerons donc de suite au détail du tracé particulier de quelques pièces qui sont ordinairement admises dans la combinaison de cette sorte de comble. Nous commencerons par les liens M, N (liens mansards), *Fig 225.* Nous observons d'abord que les traces des faces extérieures des pannes de brisis, H et I, ayant été prolongées jusqu'aux lignes d'about, ont donné deux droites appelées *chevrons d'emprunt* : XV pour le long-pan, et XU pour la croupe. C'est ce que les praticiens appellent *chevron droit* dans quelques autres parties de l'art du trait.

Dachfensters, so giebt man den Kehlschiftern gewöhnlich eine andere Gestalt; alsdann ist auch das Abvieren verschieden. Man zieht cz', parallel mit der Stuhlwandlinie dy; hezeichnet die Dicke des schrägen Bundes mit der geraden Linie ap, parallel mit yZ; macht den Winkel $cz'4$ gleich dem Winkel am Abhange des kleinen Daches; beschreibt aus dem Mittelpunkte c, mit dem Radius cd, den Bogen df, und zieht $f4$ parallel mit cz'; worauf das Trapezium $cf4z'$ eine verticale Section des schrägen Bundes ist, welcher in seine wahre schräge Lage versetzt worden ist; indem der Winkel zcZ die Neigung des grossen Daches ist, und der Bogen gf die Grösse bezeichnet, in welcher sich der schräge Bund gedreht hat, um an seinen Platz zu kommen; indem ferner dessen perpendiculare Dicke alsdann die Stellung de annimmt, und cd die Länge einer verticalen Linie ist, welche durch diese Dicke gezogen wurde. z' ist ein Punkt, welcher zur Kehllinie gehört, und den Punkt z vorstellen kann; alsdann gehört der Punkt 4 des verticalen Durchschnitts zur obern Kante am Kehlschifter, nach dem Lattenwerke zu, und kann den Punkt 3 des geraden Durchschnittes vorstellen. Man zieht sodann nach $z'4$ die Perpendicularlinie $4h$, welche die Breite eines Halbsparrens bezeichnet, der bis zum grossen Dache gehen würde, wenn er an seinem Ende winkelrecht geschnitten würde; man trägt h nach i auf den perpendicularen Durchschnitt, wohin man endlich die gerade Linie $i5$ perpendicular mit zx führt; worauf das Trapezium $z1o5$ die perpendiculare Section des Kehlschifters ist, mit welchem die an ihrem untern Ende perpendicular geschnittenen Halbsparren verbunden werden : die Linien eq, qr, rs hätten das Trapèzium $z1t3$, welches kleiner ist als $z1o5$, gegeben. Die Figur a zeigt wie der Sägenschnitt zu machen ist, wenn aus halbflachen Hölzern die zwei Kehlschifter geschnitten werden sollen.

Anmerkung. Verführe man auf ähnliche Weise, so könnte bei den Pavillons, den Mauerlatten und Gradsparren, sie mögen gerade oder schräg seyn, eine solche Form gegeben werden, wodurch die Haupt- und Schiftsparren durch einen perpendicularen Endschnitt in selbige eingesetzt werden können.

Nicolas Fourneau (*Art du trait de charpenterie*, Th. II, S. 12, Tab. XIII) giebt eine Anleitung zu weit einfachern Zeichnungen; allein die Anweisung, welche er auf drei Seiten in Fol. über diesen Gegenstand giebt, ist schwer zu verstehen, und macht daher auch die Zeichnungen selbst unverständlich, Was lässt sich auch von einem Schriftsteller erwarten, welcher pag. 24 folgende Definition von der Kehle aufstellt: sie ist, sagt er, *ein Gebäude, welches sich auf ein Dach legt.* Da die Verfahrungsweise sehr einfach ist, so geben wir sie *Fig.* b, c, d, e, f, g, h. Man wird sich übrigens aus den nämlichen Buchstaben, welche auf die nämlichen Gegenstände hinweisen, überzeugen, dass diese Materie leicht und fasslich für denjenigen ist, welcher zwischen geometrischen, flachen und körperlichen Winkeln einen Unterschied zu machen weiss.

Zeichnung eines gebrochenen oder Mansardischen Daches mit rechtwinkeliger Grundfläche, an welchem der Walmen steiler ist als die langen Seiten.

142. Da die Erklärung der *Fig. 225, 226, 227* und *228*, so wie der darin enthaltenen Haupthölzer bloss eine Wiederholung dessen wäre, was wir oben über die Pavillons gesagt haben, so schreiten wir sogleich zur besondern Zeichnung einiger bei diesen Dächern gewöhnlich vorkommender Hölzer, unter denen wir die mansardischen Bänder M, N, *Fig. 225*, zuerst beschreiben wollen. Wir schicken hierbei die Bemerkung voraus, dass die Linien an den äussern Fettenseiten H und I, welche bis zu den Endlinien verlängert worden sind, zwei gerade Linien gegeben haben, welche *ledige Sparren* genannt werden, und zwar XV, für die lange Dachseite, und XU, für den Walmen : dies wird bei einigen andern Theilen der geometrischen Zeichenkunst auch ein *gerader Sparren* genannt.

for instance, the one of a dormer window, they prefer another form for the branches, what brings another squareness. They trace cz' parallel to the base-line dy; express the thickness of the oblique truss by the straight ap, parallel to yZ; make the angle $cz'4$ equal to the shelving of the small roof; from the center c, with the ray cd, describe the arc df, and bring $f4$ parallel to cz': then the trapezium $cf4z'$ is a vertical section of the oblique truss in the real sit of its declivity; indeed the angle zcZ is the shelving of the greater roof, and the arc gf shows the rotative motion of the oblique truss in order to recover its own place, the perpendicular thickness of it has now the direction de, and cd is the real length of a vertical line brought through that thickness. z' is a point of the valley-line, which can be supposed expressing the point z; and thus the point 4 of the vertical section belongs to the upper-edge of the branch on the lathing, and can be too supposed expressing the point 3 of the perpendicular section. Thus bring $4h$ perpendicular to $z'4$, and showing the breadth of a shorted rafter which could go until to the greater roof being cut perpendicularly at its but-end; send back h at i on the perpendicular section, and bring there $i5$ perpendicular to zx; the trapezium $z1o5$ is the perpendicular section of the branch of the shorted valley, able to receive the framing of shorted rafters cut in a square on their vertical faces at the inferior but-end of them : the lines eq, qr, rs, could have given the trapezium $z1t3$, lesser than $z1o5$. The figure a shows how one ought to direct the sawing in order to obtain the two branches of the shorted valley from the same timber.

Scholion. By operating on the same manner, one could give to the wall-plates and the hips of the pavilions, or rightangled, or even slope, a such form that the rafters might be framed to them with perpendicular cuts at their but-ends.

Nic. Fourneau's (*Art of the draught of carpentry*, part. II, page 12, plate XIII) teaches many tracings much simpler : the exposition of them, which contains three *folio* pages, declares by four times that they are incomprehensible, and itself description is almost unintelligible. It is all that one can expect from a writer which, in order to defining the shorted valley, says only, page 24, *it is a building which comes to lye on a roof.* With regard to their simplicity, we give the methods he teaches, *Fig.* b, c, d, e, f, g, h. The same letters stamped to the same objects shall enable any man to see that such a matter does nothing have incomprehensible to the distinguisher of the lineary, plan and solid angles.

Draught of a broken Truss [Mansard's] on rightangled base, and receiving an end steeper than the sides.

142. The explication of the primitive tracing of the *Fig. 225, 226, 227* and *228*, as well as of the master-timbers they show, could be here a vain repetition of the ones foregoing on the pavilions : thus we will go next at the special draught of some timbers which are usually admitted into the combination of that kind of roofs, and begin by the braces M, N (mansard's braces), *Fig. 225.* We shall remark forthwith that the traces of the extern faces of the breaking purlins H and I, being lengthened until to the but-end-lines, give two straights called *borrowed rafters* : XV for the side, and XU for the end. They are the same things what the practisers call *right rafters* in some other parts of the draught.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Soient ah et ah' les projections horizontales de l'arête inférieure de chaque lien à la surface du lattis; ah pour le lien du long-pan, et ah' pour celui de la croupe. On pourrait prendre sur les plates-formes tout autre point que a pour origine de ces arêtes, et tout autre que b pour origine des arêtes supérieures à la même surface du lattis, suivant l'épaisseur qu'on veut donner aux liens. Observons d'abord que ces liens sont, par rapport aux faces verticales de l'arêtier inférieur et aux faces inférieures des pannes de brisis, exactement ce que sont les empanons déversés à leurs plates-formes horizontales et aux faces verticales de leur arêtier; mais que l'assemblage supérieur de l'empanon avec l'arêtier est l'inférieur du lien mansard, et réciproquement l'inférieur de l'empanon sur sa plate-forme est le supérieur du lien sous la panne. Ainsi, pour tracer la directrice [le dévers de pas] des coupes du lien M, il faut, du point x, *Fig. 226*, projection verticale de l'about supérieur de l'arête du lien projetée en ah, *Fig. 225*, abaisser la verticale $x\,13$; puis on mène à la ligne de lattis la perpendiculaire $13\,r$, et l'on renvoie ce point r sur la projection horizontale ah de l'arête en r, *Fig. 225*. On menera donc rn perpendiculaire au chevron d'emprunt de croupe XU; et on tracera la droite ano qui sera la directrice du pas que le lien occuperait sur la plate-forme de long-pan, si celle-ci était prolongée. Alors, par le point z, où cette directrice coupe la trace intérieure de la plate-forme, on mène parallèlement à ah la droite zl, qui est la projection horizontale de l'arête inférieure du même lien à la surface du lambrissage : si l'on veut y joindre celle des deux autres arêtes, on y emploiera l'épaisseur qu'on veut donner au lien à la surface du lattis.

On trouve de même le dévers du pas at du lien N de croupe, en partant du point 16, *Fig. 227*, projection verticale de son about, pour abaisser la verticale 16, 24, puis la perpendiculaire au lattis 24, 25 : le point 25, étant projeté horizontalement, donne sur le chevron d'emprunt UX le point p, *Fig. 225*, la droite pq parallèle à Ua, donnant sur l'arête du lien N le point q; si, par cette intersection q, on mène qm perpendiculaire au chevron d'emprunt XV de long-pan, on aura amt pour la directrice du pas du lien N', et z' pour projection de sa seconde arête inférieure.

Pour tracer la projection de la coupe supérieure du lien M, qui est en gueule, et son assemblage à tenon sous la panne de brisis, par le point 11, prolongement de la trace inférieure de la panne de brisis sur la ligne de lattis de la description verticale, on menera une parallèle à l'axe sur les arêtes du lien M : les points i, j, où elle les coupe, donnent la ligne d'amaigrissement pris à la surface du lattis. Par ces derniers points, on tracera les droites il, jk, parallèles à la directrice ao; ce qui donnera l'occupation et la mortaise à la face inférieure de la panne H. On emploiera le même procédé pour le lien de croupe N.

143. La description auxiliaire, *Fig. 229*, appelée *tracé par échasse*, est une herse d'une construction particulière, destinée à couper le lien mansard du long-pan : en voici le tracé. Par les points x, 10, 11, 12, qui sont à la partie supérieure de la description verticale de l'arbalétrier E de long-pan, qui est aussi celle de l'arêtier et même du lien, et par son point d'about inférieur a, menez perpendiculairement à sa ligne de lattis xa, des droites indéfinies coupées par une autre droite $U'a'$ parallèle à xa : prenez dans la description horizontale, sur la projection du chevron d'emprunt de croupe, les distances de U à X, à u, à g et à h, que vous porterez de U' en X', u', g', h'; joignez $a'X'$: ce sera l'extension réelle de la ligne d'arête.

Es sey ah und ah' bei jedem Bande die horizontale Vorstellung der untern Kante an dem Lattenwerke; und zwar ah für das Band an der langen Dachseite, und ah' für das Walmenband, Wir bemerken hierbei, dass auf den Mauerlatten an dem nämlichen Lattenwerke jeder andere Punkt als a, den Anfang dieser untern Kante, und jeder andere als b den Anfang der obern bezeichnen könnte, je nachdem die Bänder mehr oder minder dick seyn sollen; dass ferner diese Bänder sich zu den verticalen Flächen des untern Gradsparrens, so wie zu den untern Seiten der Dachbruchfetten eben so verhalten, wie die sich neigenden Schiftsparren zu ihren horizontalen Mauerlatten und zu den verticalen Flächen ihres Gradsparrens; dass aber die obere Zusammensetzung des Schiftsparrens mit dem Gradsparren, an dem mansardischen Bande die untere ist, und dass *vice versâ* die untere Zusammensetzung des Schiftsparrens mit der Mauerlatte die obere Verbindung des Bandes ist, welche unter der Fette Statt hat. Um also die Schnittlinie zu dem Bande M zu zeichnen, so ziehe man aus dem Punkte x, *Fig. 226*, welches die verticale Vorstellung vom obern Ende der Bandkante ah, *Fig. 225*, ist, die verticale Linie $x\,13$; bringe zur Lattenlinie die Perpendicularlinie $13\,r$, und trage diesen Punkt r auf die horizontale Kanten projection ah, nach r, *Fig. 225*; ziehe ferner rn perpendicular mit dem ledigen Walmensparren XU; und zeichne die gerade Linie ano, welches die Schnittlinie zu dem Einsatze ist, den das Band auf der an der langen Dachseite befindlichen Mauerlatte erhielte, wenn diese letztere verlängert wäre. Endlich ziehe man durch den Punkt z, wo diese Schnittlinie die Mauerlatte im Innern durchschneidet, parallel mit ah die gerade Linie zl, welche die horizontale Vorstellung zur untern Kante des nämlichen Bandes an der Verschalung ist. Sollten auch die beiden andern Kanten mit angegeben werden, so nimmt man zu diesem Behuf die Dicke, welche das Band an dem Lattenwerke erhalten soll.

Der Einsatz at, des Walmenbandes N, findet man wenn man aus dem Punkte 16, *Fig. 227*, welcher das Ende desselben vorstellt, die Verticallinie 16, 24, nebst der mit dem Lattenwerke perpendicular gehenden Linie 24, 25 zieht; worauf der Punkt 25, welcher horizontal gezeichnet ist, auf dem ledigen Sparren UX, den Punkt p, *Fig. 225* giebt, wobei die gerade Linie pq, welche mit Ua parallel ist, auf der Kante des Bandes N den Punkt q giebt; zieht man sodann durch den Durchschnitt q die Linie qm perpendicular mit dem ledigen Sparren XV, so erhält man amt, zur Einsatzlinie für das Band N', und z' als Vorstellung der zweiten untern Kante.

Den obern Kantenschnitt des Bandes M, welches unter der Dachbruchfette eingezapft wird, zeichnet man auf folgende Weise : durch den Punkt 11, welcher die untere verlängerte Linie der Dachbruchfette auf der Lattenlinie des Aufrisses ist, ziehe man eine mit der Axe parallele Linie auf die Kanten des Bandes M; die Punkte i, j, an welchen diese Linie die Kanten durchschneidet, geben die Schnittlinie, welche am Lattenwerke genommen ist. Zieht man sodann durch diese letztern Punkte die geraden Linien il, jk, parallel mit der Directionslinie ao, so erhält man den Einsatz nebst Zapfenloch auf der Fette H. Beim Walmenbande N verfährt man eben so.

143. Die zugegebene Vorstellung in *Fig. 229*, ist eine besondere Zeichnung, nach welcher das zu der langen Dachseite gehörige Mansardische Band folgendergestalt geschnitten wird. Man ziehe theils durch die Punkte x, 10, 11, 12, welche sich an der verticalen Vorstellung der zur langen Dachseite gehörigen Stuhlsäule E befinden, welche Vorstellung zugleich den Gradsparren so wie selbst das Band bezeichnet, theils durch das untere Ende a, derselben Stuhlsäule, gerade unbestimmte Linien perpendicular mit der Lattenlinie xa, und durchschneide sie vermittelst einer andern geraden Linie $U'a'$, welche mit xa parallel ist; nehme in der horizontalen Vorstellung am ledigen Walmensparren die Abstände von U zu X, u, g, und h, und

Let be ah and ah' the horizontal projections of the inferior edge of each brace at the lathing face; ah for the side's brace, and ah' for the end's one. One could take on the wall-plates another whatsoever point than a for the rising of those edges, as well as another than b for the origin of the superior edges on the same lathing surface, according to the thickness he could wish give to the braces. We will observe forthwith that such braces are exactly with regard to vertical faces of the inferior hip and to the under-faces of the breaking purlins, as the warping shorted rafters respectively to their horizontal wall-plates and to the vertical faces of their hip; but the superior framing of the rafter with the hip is the inferior one of the mansard's braces, and reciprocally the inferior assemblage of the rafter on the wall-plate is the superior one of the brace under the purlin. Thus, in order to tracing the directress of the pace [warping] of the cuts of the brace M, through the point x, *Fig. 226*, the vertical projection of the upper-but-end of the brace's edge projected in ah, *Fig. 225*, bring the vertical $x\,13$; then lift $13\,r$ perpendicular to the lathing, and after send back that point r at r, *Fig. 225*, on the horizontal projection of the edge ah. Then draw rn perpendicular to the borrowed rafter of the end XU, and at last the straight ano, which shall be the directress of the parallelogram to be occupied by the brace on the wall-plate of the side, supposed lengthened enough. Through the point z, where that directress cuts the interior trace of the wall-plate, bring parallely to ah the straight zl, the horizontal projection of the inferior edge of the brace in the ceiling; and if you wish add the ones of the other two edges, you ought to employ the thickness to be given to the brace on the lathing's surface.

You shall find on the same manner the directress at of the heel of the end's brace N, by bringing from the point 16, *Fig. 227*, the vertical projection of its but-end, the vertical 16, 24; after, the perpendicular to the lathing 24, 25; projecting horizontally that point 25 at p and q, *Fig. 225*; lifting qm perpendicular to the borrowed rafter of the side XV; and drawing at last the directress amt, which gives the point z' as the bottom of the inferior edge of the ceiling.

For drawing the horizontal projection of the superior cut of the brace M, which is grooved [mouthed], and the framing of it with tenon under the breaking purlin, through the point 11, *Fig. 226*, the lengthening of the inferior trace of the purlin on the lathing, bring a parallel to the axe-line at the *Fig. 225*, on the lathing's edges of the brace M: the intersections i, j, shall be the bevel-cut [ungreasing-line] at the lathing surface. By those latter points, draw the straights il, jk, parallel to the directress ao; they shall give the parallelogram of the occupying and the mortise on the under-face of the purlin H. The same method ought to be used for the end's brace N.

143. The auxiliary description, *Fig. 229*, called *draught by stilts*, is an unfolding [ledgement] of a particular description for cutting the mansard's brace towards the sides : behold the draught of it. Through the inferior but-end a, *Fig. 226*, and the points x, 10, 11, 12, at the upper-part of the vertical description of the side's rafter, or hip, or too brace, bring indefinite perpendiculars to the lathing xa, and cut them with another straight $U'a'$ parallel to the same line xa: in the horizontal description, on the projection of the borrowed end's rafter, take off the distances of the point U at the points X, u, g, h, and bring them from U' at X', u', g', h'; join $a'X'$, which shall be the real extent of the edge-line of the inferior hip.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Menez à cette dernière, par le point u', une parallèle qui indique la portion de l'épaisseur de l'arêtier qui appartient au long-pan; joignez aussi $a'h'$, qui sera l'extension de l'arête du lien projeté en ah, *Fig. 225*, et tracez-lui la parallèle $g'f'$, qui sera l'extension de l'arête fg. Les parallèles h d, j e, qui montrent la pièce ayant reçu un quartier, sont espacées, dans cet exemple, de la quantité qui montre l'épaisseur respective de l'arbalétrier inférieur dans la description verticale, puisqu'on peut considérer le lien comme ayant subi, sur une parallèle à la ligne de trave, un mouvement qui a donné son inclinaison particulière. Par les points h', g', &c., menez perpendiculairement les petites transversales h'h, g'g, &c.; et par chacun des points respectifs, tracez les lignes de dégueulement, ainsi que le tenon, conformément aux joues et à la mortaise sous la panne H de la description horizontale. On aura l'un des traits de la coupe inférieure dans l'angle $X'a'h'$; et, pour trouver l'autre, après avoir tracé le chevron d'emprunt $X'V'$, on prendra, *Fig. 226*, sa hauteur réelle d'occupation x 12, et on la portera de 26 à 27: une perpendiculaire menée de 27 au chevron d'emprunt, y donne en 28 un point de la ligne d'amaigrissement 28, fc, qu'on trace parallèle à $u'd$; les perpendiculaires menées par les points f, c, d, e, donnent, sur la pièce retournée de face, le parallélogramme d'occupation f c d e. Plusieurs praticiens préfèrent prendre la distance perpendiculaire entre les lignes qui partent de x et de 12, *Fig. 226*, et la porter immédiatement de 26 à 28; d'autres prennent le point du lattis s, *Fig. 225*, le renvoyant par une perpendiculaire en s, *Fig. 226*, et transportent celui-ci en s', *Fig. 229*, par une parallèle à xX': il est évident que ces deux procédés doivent donner le même résultat que le premier, qui est celui que nous avons expliqué à l'article de l'empanon déversé; car le second ne fait que former d'une autre manière le triangle 26, 27, 28; et le triangle 26, $s'f'$ du dernier procédé est nécessairement semblable au même triangle 26, 27, 28.

144. La *Fig. 230* est un autre tracé particulier (tracé sur le trait), aussi pour couper le lien M. Construisez un angle droit h 13 a; faites un de ses côtés 13 a de la longueur de ah de la *Fig. 225*: mais, cette projection horizontale ah de l'arête du lien M, touchant seulement la surface de la base du comble en un point a, et son point h devant être élevé au-dessus de la surface de la base de la quantité que montre la verticale 13 x de la *Fig. 226*, portez cette hauteur 13 x sur l'autre côté de l'angle droit, de 13 en h, et joignez a h; cette dernière serait la longueur de l'arête du lien, si la partie de l'arêtier dans laquelle il s'assemble n'en retranchait pas une portion: donc, pour avoir les points de son about et de sa gorge, on prendra, dans la *Fig. 225*, la longueur de h en e et de v en f, qu'on portera sur 13 a, en e' et en f'; par ces points, élevez des perpendiculaires à 13 a: leurs intersections sur a h seront les points, d pour tracer l'about, et e pour tracer la gorge. Mais pour achever le tracé de cette coupe, la direction a z est nécessaire; son report dans cette figure est fait d'après les combinaisons suivantes. Prenez encore dans la description horizontale la longueur ho, qui est la projection d'une perpendiculaire menée du pied de l'arête sur une parallèle à la directrice considérée sur le plan de la face supérieure de la panne, et que vous porterez de 13 en o, *Fig. 230*, sur 13 a, qui est elle-même la projection horizontale de l'arête: la distance h o sera l'extension réelle de cette perpendiculaire à la directrice. Mais, à cause des deux inclinaisons du lien, le point o se trouvant trop élevé; il sera placé sur un arc o x, qui sera tracé en prenant

trage sie von U' nach X', u', g', h'; und vereinige $a'X'$; wodurch man die wahre Vorstellung der Kantenlinie erhält. Zu dieser letztern Linie führe man durch den Punkt u' eine Parallellinie, welche den zur langen Dachseite gehörigen Theil der Gradsparrendicke bezeichnet, man ziehe ferner $a'h'$ zusammen, wodurch man die Vorstellung zu derjenigen Bandkante erhält, welche in *Fig. 225* mit ah bezeichnet ist; man führe zu ihr die Parallellinie $g'f'$, welche die Kante fg seyn wird. Die Parallellinien h d, j e, welche das Holz bezeichnen und ein Viertel erhalten haben, stehen hier um die Grösse aus einander, welche in der verticalen Vorstellung die respective Dicke der untern Stuhlsäule angiebt, indem angenommen werden kann, dass das Band auf einer mit der Stuhlwandlinie parallelen Linie eine Bewegung gemacht habe, aus welcher sich die besondere Neigung desselben ergeben hat. Man ziehe weiter die kleinen Zwerchlinien h'h, g'g, u. s. w., perpendicular durch die Punkte $h'g'$, u. s. w., und zeichne durch jeden der respectiven Punkte die Einschnittlinien nebst dem Zapfen, nach Maasgabe der Backen und des Zapfenloches unter der Fette H, welche im Grundrisse zu sehen ist: man erhält dadurch eine Linie zum untern Schnitte in dem Winkel $X'a'h'$; die andere findet man, wenn man den ledigen Sparren $X'V'$ zeichnet, und in *Fig. 226* dessen wahre Höhe x 12 nimmt, und sie von 26 nach 27 trägt. Eine Perpendicularlinie, welche aus 27 nach dem ledigen Sparren geführt wird, giebt daselbst bei 28 einen Punkt zur Schnittlinie 28, fc, welche mit $u'd$ parallel gezeichnet wird; die durch die Punkte f, c, d, e, gezogenen Perpendicularlinien geben auf dem nach vorn zu gewendeten Holze das Parallelogramm f c d e als Einsatz. Einige nehmen lieber den perpendicularen Abstand, welcher sich zwischen den aus x und aus 12, *Fig. 226* ausgehenden Linien befindet, und tragen ihn unmittelbar von 26 nach 28: andere nehmen den Lattenpunkt s, *Fig. 225*, tragen ihn vermittelst einer Perpendicularlinie nach s, *Fig. 226*, und bringen diesen vermittelst einer mit xX' parallelen Linie nach s' *Fig. 229*. Diese beiden Zeichnungen müssen nothwendigerweise das nämliche Resultat geben wie die erste, welche wir bei der Beschreibung des schrägen Schiftsparrens erklärt haben; denn die zweite stellt den Triangel 26, 27, 28, bloss auf eine andere Weise dar, und der Triangel 26, s', f', der ersten Zeichnung, ist dem nämlichen Triangel 26, 27, 28, nothwendigerweise ähnlich.

144. Die *Fig. 230* zeigt noch eine besondere Zeichnung, wonach das Band M ebenfalls geschnitten wird. Man zeichne einen rechten Winkel h 13 a; mache die eine Seite desselben, 13 a, so lang als ah, *Fig. 225*; da aber diese horizontale Vorstellung ah, welche die Kante des Bandes M bezeichnet, die Dachgrundfläche bloss an einem Punkte a berührt, und da ferner ihr Punkt h so hoch über der Dachbasis stehen muss, wie es die Verticallinie 13 x, *Fig. 226* angiebt, so trage man diese Höhe 13 x, auf die andere Seite des rechten Winkels von 13 nach h, und ziehe a h zusammen; diese letztere Linie wäre die wahre Länge der Bandkante, wenn der Theil des Gradsparrens, worein das Band eingezapft wird, nicht einen Theil davon wegnähme. Um nun die Punkte zu seinem Ende und zu seiner Kehle zu erhalten, so nehme man in *Fig. 225* die Länge von h nach e, und von v nach f, und trage sie auf 13 a, nach e' und f'; und ziehe durch diese Punkte Perpendicularlinien mit 13 a; worauf ihre Durchschnitte in a h, den Punkt d zum Bandende, und e zu seiner Kehle geben werden. Zur vollständigen Zeichnung dieses Schnittes ist aber die Directionslinie a z erforderlich, welche folgendermaassen in diese Figur getragen wird. Man nehme nochmals im Grundrisse die Länge ho, welches die Vorstellung einer Perpendicularlinie ist, die aus dem Kantenfusse auf eine mit der Directionslinie parallelen und auf der Oberfläche der Fette gedachten Linie gezogen ist, und trage sie von 13 in o *Fig. 230*, auf 13 a, welches die horizontale Vorstellung der Kante ist: der Abstand h o wird sodann die wahre Projection dieser mit der Directionslinie

Trace parallely to that latter a parallel which marks the part of the thickness of the hip belonging to the side; after, join also $a'h'$, which shall be the real extension of the brace's edge projected on ah, *Fig. 225*, and trace parallely to it $g'f'$, which shall be the real length of the edge fg of the same figure. The parallels h d, j e, which show the timber turned by a quadrant, are distanced conveniently for expressing the thickness relative to the one of the hip inferior, by considering the brace as having turned on a parallel to the trave-line in taking its own inclination. Through the points h', g', &c., lift the small perpendiculars h'h, g'g, &c.; and through each of the so found points, bring the grooving-lines *[unmouthing]* and the tenon, according to the cheeks and the mortise traced under the purlin H of the horizontal description. The angle $X'a'h'$ gives the one straight of the under-cut of the brace; as to find the other, after having traced the borrowed rafter $X'V'$, take off, *Fig. 226*, its real length of the occupying x 12, and bring it, *Fig. 226*, from 26 at 27: a perpendicular lifted from 27 on the borrowed rafter, shall give in 28 a point of the bevel cut [ungreasing-line] 28 fc, parallel to $u'd$; the perpendiculars brought through the points f, c, d, e give, on the timber turned, the parallelogram of the joint f c d e. Some practisers employ the perpendicular distance between the straights departing from x and 12, *Fig. 226*, whom they bring immediately from 26 to 28; others employ the lathing point s, *Fig. 225*, whom they send perpendicularly at s, *Fig. 226*, and transfer after perpendicularly at s', *Fig. 229:* it is very plain that those methods ought to induct the same result as the first one, what has been explained on the warped rafter; indeed the second performs only on another manner the triangle 26, 27, 28; and the triangle 26, $s'f'$ of the third construction is necessarily like to the same triangle 26, 27, 28.

144. The *Fig. 230* is another method (tracing on the draught), also in order to cut the brace M. On a right angle h 13 a, bring from 13 at a the length ah of the *Fig. 225:* but, as the edge of the brace M projected in ah does not touch the base of the roof but with its bottom a, and its upper-end h stands over that base at the height shown by the vertical 13 x, *Fig. 226*, bring 13 x from 13 to h, *Fig. 230*, and join a h; it could be the real length of the edge of the brace, if the thickness of the hip to which it is to be framed, would not cut off a part of it: thus, for finding the points of its but-end and neck, take off, on the *Fig. 225*, the distances he and vf, and bring them from 13 a, *Fig. 230*, at e' and f', and through those points lift perpendiculars to 13 a: their intersectings on a h shall give, at d, a point of the but-end; at e, an one of the neck-line. But for performing that draught, it needs the directress a z which shall be found as follows. On the horizontal description, take off ho, the projection of a perpendicular brought from the bottom of the edge on a parallel to the directress of the pace considered on the upper-face of the purlin; bring it, *Fig. 230*, from 13 at o, on 13 a, which is the horizontal projection of the edge: thus the distance h o shall be the real length of that perpendicular to the directress. But, with regard to the two shelvings of the brace, the point o being higger; it shall be transferred in an arc o x, described from the center h with the ray h o: employ after as radius the length an of the horizontal description, *Fig. 225*, and from a, *Fig. 230*, as center, cut the first arc at x, and trace a x, h x, and their parallels

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour centre le point h, et pour rayon h o : prenez ensuite pour rayon *a n* de la description horizontale; du point a, comme centre, *Fig. 230*, décrivez un autre petit arc qui coupera le premier en x, et, par ce point x, tracez les droites h x et a x, ainsi que leurs parallèles a &, h& : ce sera l'inclinaison combinée des deux faces du dégueulement. Renvoyez à la projection verticale en *s*, *Fig. 226*, le point *s*, où l'arête *a h*, *Fig. 225*, rencontre le chevron d'emprunt; menez au lattis la perpendiculaire *s* 14, *Fig. 226*; portez ensuite de 13 en 15 la longueur *X n* de la *Fig. 225*, qui est égale à *f m*; et joignez les points 14, 15, de la *Fig. 226*, par une droite que vous porterez, *Fig. 230*, de x en z; joignez a z, et tracez parallèlement à cette directrice la ligne d'about d c et celle de gorge e f. La droite y j, parallèle à a h, est espacée comme à la *Fig. 229*; ou bien encore en portant de a à y la portion *a z* de la directrice *a o*, *Fig. 225*. On opérera de la même manière pour tracer le dégueulement, en prenant encore dans la *Fig. 225* les distances de *h* à *i* et de *v* à *j*, qu'on portera sur 13 a de 13 en *i'* et en *l'*, et menant par ces deux points des perpendiculaires à 13 a : leurs intersections sur a h donneront les points i, I, par lesquels on menera I k, i j, parallèles à h& : la ligne a x pouvant servir au même usage, on pourra se dispenser de tracer h &, ainsi que a&.

Les commissures des coupes inférieures des liens doivent avoir leurs occupations sur les faces verticales de l'arêtier : on les voit tracées, *Fig. 228*. Les points 14, *Fig. 226*, et 23, *Fig. 227*, étant reportés à cette *Fig. 228*, à la même hauteur qu'ils ont dans les deux autres, tracez les obliques a 23, a 14. Renvoyez à cette même *Fig. 228*, de la *Fig. 225*, les deux points d'about et de gorge du lien *e*, *f*, au moyen de perpendiculaires élevées par ces deux points à la ligne d'arête *a A* : elles donneront sur la ligne de délardement de l'arêtier les deux points e, f, par lesquels vous tracerez les occupations des liens, savoir, parallèlement à a 14 pour la face du côté du long-pan, et parallèlement à a 23 pour le lien de croupe.

145. Le tracé principal de la description d'extension [la herse], *Fig. 231*, étant semblable à celui des *Fig. 53, 54, 55, 56*, expliquées n.° 32, nous y renvoyons. La configuration des pièces de bois aux surfaces du lattis, qui sont tracées sur la *Fig. 231*, se dessinent aussi selon les procédés que nous avons détaillés pour celles des pavillons. Ce qui vient d'être dit pour les *Fig. 229* et *230*, suffit aussi pour tracer les coupes des liens qu'on voit à la *Fig. 231*; il nous reste seulement à indiquer que dans cette figure les points *g* et *h* sont éloignés de x comme ils le sont dans la *Fig. 225*.

Comble de la Tour ronde.

146. Un bâtiment sur plan circulaire est nommé dans l'art *tour ronde* : son toit est nommé *comble conique* lorsque sa base est en cercle; mais nous appelons *comble à base elliptique* celui de la tour ronde sur plan elliptique ou ovale.

La section qui passe par l'axe du cône étant un triangle, la ferme complète qu'on a coutume de lui donner ne différerait pas, si l'on voulait, de celle du pavillon : mais tous les arbalétriers qu'on admet dans la composition d'un comble conique, concourent à son sommet; ce qui lui assigne des combinaisons et des constructions qui lui sont propres.

La plate-forme est un composé de courbes taillées

perpendicularen Linie seyn; da aber wegen der Neigung des Bandes der Punkt o zu hoch zu stehen kommt, so wird er auf einen Bogen o *x* gebracht, welcher dergestalt gezeichnet wird, dass der Punkt h zum Mittelpunkt, und h o zum Radius genommen wird : man nehme sodann im Grundrisse, *a n* zum Radius, und beschreibe aus dem Punkte a, als Mittelpunkt, *Fig. 230*, einen andern kleinern Bogen, welcher den ersten bei x durchschneidet; und ziehe durch den Punkt x die geraden Linien h x und a x, so wie die mit ihnen parallelen a &, h&; wodurch man die Neigung der beiden Flächen des Einschnittes erhält. Man trage sodann im Aufrisse, nach *s*, *Fig. 226*, den Punkt *s*, an welchem die Kante *a h*, *Fig. 225*, mit dem ledigen Sparren zusammentrifft; und bringe zum Lattenwerk die Perpendicularlinie *s* 14, *Fig. 226*; trage ferner von 13 nach 15 die Länge *X n*, *Fig. 225*, welche gleich ist *f m*; und vereinige die Punkte 14, 15, *Fig. 226*, vermittelst einer geraden Linie, welche *Fig. 230* von x nach z getragen wird; vereinige sodann a z, und ziehe parallel mit der Directionslinie die Endlinie d c, so wie die Kehllinie e f; wobei die gerade Linie y j, welche mit a h parallel ist, sich in dem nämlichen Abstande befindet wie in *Fig. 229*; oder man trage von a nach y den Theil *a z* der Directionslinie *a o*, *Fig. 225*. Auf gleiche Weise verfährt man bei der Zeichnung des Einschnittes, wobei man wieder in *Fig. 225*, die Abstände von *h* nach *i* und von *v* nach *j* nimmt, und sie auf 13 a von 13 nach *i'* und nach *l'* trägt, und durch diese beiden Punkte mit 13 a perpendiculare Linien zieht; ihre Durchschnitte bei a h geben sodann die Punkte i, I, durch welche man I k, i j, parallel mit h& führt : da die Linie a x das nämliche Resultat giebt, so braucht h& und a& nicht gezeichnet zu werden.

Die Bänder werden mit ihren Enden in den Gradsparren eingesetzt, wie solches in *Fig. 228* zu ersehen ist. Da die Punkte 14 und 23, aus *Fig. 226* und *Fig. 227*, in die *Fig. 228* herübergetragen worden sind, und zwar an die nämliche Höhe, in welcher sie sich in jenen beiden Figuren befinden; so zeichne man die Zwerchlinien a 23, a 14, und trage aus *Fig. 225*, in die nämliche *Fig. 228*, die beiden End- und Kehlpunkte *e*, *f*, welches vermittelst der aus diesen beiden Punkten nach der Kantenlinie *a A* gezogenen Perpendicularlinien geschieht; dieselben geben sodann auf der schrägen Fläche des Gradsparrens die beiden Punkte e, f, vermittelst welcher der Einsatz des Bandes gezeichnet wird, welches beim Bande an der langen Dachseite parallel mit a 14, und beim Walmenbande parallel mit a 23 geschieht.

145. Da die erweiterte Zeichnung *Fig. 231*, der in den *Fig. 53, 54, 55, 56*, enthaltenen, N.° 32 erklärten ähnlich ist, so verweisen wir dahin. Die Hölzer am Lattenwerke, welche in *Fig. 231* enthalten sind, werden ebenfalls wie die gezeichnet, welche wir bei den Pavillons beschrieben haben. Nach den für die *Fig. 229* und *230* gegebenen Erklärungen können auch die Schnitte zu den Bändern gezeichnet werden, welche in *Fig. 231* zu sehen sind; wobei wir bloss erinnern, dass in dieser Figur die Punkte *g* und *h* eben so weit von x entfernt sind wie in *Fig. 225*.

Dachstuhl des runden Thurmes.

146. Ein auf zirkelrunder Fläche aufgeführtes Gebäude wird ein *runder Thurm* genannt. Bildet die Dachgrundfläche einen Zirkel, so wird der Dachstuhl ein *conischer* genannt. Wir nennen *Dachstuhl mit elliptischer Basis* denjenigen des runden Thurmes, welcher auf elliptischer oder ovaler Fläche ausgeführt ist.

Da der Durchschnitt, welcher durch die Axe des Kegels geht, ein Triangel ist, so würden die Bünde, welche gewöhnlich dazu angewendet werden, sich eigentlich nicht von den des Pavillons unterscheiden; da aber bei einem conischen Dachstuhle sämmtliche Stuhlsäulen oben zusammenlaufen, so erfordert die Zusammensetzung desselben gewisse ihm eigene Verbindungen.

Die Mauerlatten sind zirkelförmig geschnitten,

a &, h &: they shall express the combinated shelvings of the two faces of the grooving [unmouthing]. Take off *X n*, *Fig. 225*, which is equal to *f m*; bring it on the *Fig. 226*, from 13 at 15, and join 14, 15, whom you shall transfer on the *Fig. 230* from x to z; join a z, and draw parallely to that latter line the but-end-line d c, and the neck's one e f. The line y j, parallel to a h, is distanced as in the *Fig. 229*; or by bringing from a to y the part *a z* of the directress *a o*, *Fig. 225*. The upper-grooving shall be traced on the same manner, by taking off on the *Fig. 225*, *h i* and *v j*, and bringing them on 13 a, *Fig. 230*, from 13 at *i'* and *l'*, and lifting from those points perpendiculars to 13 a : their intersections on a h give the points i, I, through which shall be drawn I k and i j parallely to h&: the straight a x being sufficient for it, it can be dispensed with tracing h& and a&.

As the inferior joints of the brace ought to have their occupyings on the vertical faces of the hip, they are shown *Fig. 228*. The points 14, *Fig. 226*, and 23, *Fig. 227*, being transferred on the *Fig. 228*, at the same height as they are on the others, trace a 23, a 14; and, the end's and neck's points *e*, *f*, of the *Fig. 225*, being too sent back perpendicularly to the edge-line *a A* on the *Fig. 228*; through the points e, f, wherein those perpendiculars intersect the profile of the hip's shaving [unlarding], you shall draw the parallelogram to be occupied, parallely to the oblique a 14, as for the face towards the side; and as to the end, parallely to a 23.

145. The principal draught of the description of extent [ledgement], *Fig. 231*, being quite like to the one explained n.r 32, *Fig. 53, 54, 55, 56*, see it. The shape of the timbers designed in that figure, as to the lathing's face, is drawn on the same manner as the one of the pavilions. The foregoing explication of the *Fig. 229* and *230* suffices too for the cuts of the braces, seen *Fig. 231*: we must only observe that the points *g* and *h* are there distanced as in the *Fig. 225*.

Conical Roof [Roof over a round Tower].

146. A building constructed on a circular ground is called *round tower*; and its covering, *conical roof*, when the basis is a circle : but, if the ground could be oval or elliptical, we shall name it *roof with an elliptical base.*

As the section passing along the axe of a cone is necessarily a triangle, the complete truss usually employed into such a roof cannot differ from the ones of the pavilions, if one would it; but, as all the principal rafters of a conical roof meet at the top, there are in it some particular combinations and constructions.

The wall-plate is formed with timbers arched cir-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

circulairement, et dont la totalité forme une couronne de cercle. Toutes les arêtes des liernes horizontales [de niveau] seront aussi des arcs de cercle.

Lorsque les liernes seront obliques à la base [rampantes], leurs arêtes seront ou paraboliques, ou elliptiques, ou hyperboliques. Les mêmes courbures auront lieu pour les noulets, croix de Saint-André, &c.

Les noulets qu'on appliquera au comble conique, prendront diverses formes, selon la figure ou la situation des fermettes qui les auront produits. Les arêtes seront paraboliques, si le comble plan [droit] qui pénètre le comble conique, a la même inclinaison que l'apothème du cône. Elles seront elliptiques, si le comble plan qui coupe le conique, fait avec l'horizon un angle moindre [a une pente moins raide] que l'apothème. Elles seront hyperboliques toutes les fois que le plan coupant fera, avec la ligne de niveau, un angle plus ouvert [aura plus de raide] que l'apothème du cône. On conçoit qu'un mur vertical [à plomb] est toujours dans ce dernier cas: mais il faut savoir que, quand il passe par l'axe, la branche d'hyperbole se trouve transformée en une ligne droite.

L'entrait du noulet sera semblable à une lierne horizontale, et toutes ses arêtes seront des arcs de cercle; les jambettes, esseliers et aiguilles, prendront de même des courbures analogues à leurs situations.

147. Un comble conique est ordinairement composé d'une ferme complète, comme le montre la *Fig. 234*, à laquelle on applique deux, quatre ou un plus grand nombre de demi-fermes : à cette composition primitive, on ajoute deux ou trois cours de liernes, pour recevoir les chevrons de différentes longueurs, nécessaires pour porter le lattis qui avoisine la base du comble.

148. La description horizontale contient seulement une demi-tour ronde *ABCD* [cul de four]. La *Fig. 232* représente l'enrayure, qui est composée d'un entrait inférieur *E* [tirant], un demi-entrait *F*, un gousset *G*, recevant les coyers *H, H;* plus un embranchement *I*, et une entretoise *J:* on voit aussi un passage réservé pour entrer dans le comble entre les deux chevêtres *K, L*.

149. A la *Fig. 233*, on voit un arbalétrier de ferme *O;* deux arbalétriers de demi-ferme *P, P;* deux chevrons *Q, Q*, qui n'outre-passent pas la lierne supérieure; quatre autres chevrons *S, S, S, S*, qui occupent seulement l'espace entre la plate-forme et la première lierne; plus les blochets *R, R*, la plate-forme *N*, et les deux liernes *T* et *U*.

La description verticale, *Fig. 234*, montre la ferme complète, composée d'un entrait inférieur E; deux jambes de force X, X; la plate-forme N; les blochets R, R; les arbalétriers O, O; l'entrait supérieur V, l'aiguille M; les liernes T, U; les coyers Y, Y; et enfin l'apparence intérieure des demi-fermes et des chevrons de remplage.

Diverses Manières de tracer la Lierne horizontale.

150. Soit, *Fig. 235*, l'angle droit *DAB*, quart de la description horizontale d'un comble conique : le sommet *A* est la projection de l'axe, et le carré *IJ*, le quart de la grosseur de l'aiguille : *BC* est la projection de la moitié de l'épaisseur de l'arbalétrier de la ferme complète; *DE*, moitié d'un de demi-ferme; *FG*, projection de l'épaisseur entière d'un autre arbalétrier de demi-ferme dont on voit aussi en *HH* les projections de ses déjoutemens et de son dégueulement, mais en supposant l'aiguille de forme carrée: cet arbalétrier pourrait avoir moins de longueur, et son bout supérieur *KL* être assemblé dans une lierne.

Soit aussi ABSD la projection verticale d'une portion de l'aiguille, et CDEF celle d'un arbalétrier.

1.° Toutes les arêtes d'une lierne horizontale,

und bilden zusammen einen Zirkelbogen. Die Kanten an den horizontalen Fetten haben die nämliche Gestalt.

Sind die Fetten an ihrer Basis schräg, so werden die Kanten derselben parabolisch, elliptisch oder hyperbolisch seyn. Die Einkehlen, Kreuzbüge, u. s. w., erhalten die nämlichen Biegungen.

Diesem zufolge müssen die Einkehlen an einem conischen Dache nach Verschiedenheit der Gestalt oder Stellung der zu ihrer Anlegung erforderlichen Hölzer, eine verschiedene Form erhalten. Die Kanten sind parabolisch, wenn das flache (gerade) Dach, welches in das conische hineingeht, die nämliche Neigung hat als das Apothem des Kegels. Sie sind aber elliptisch, wenn das flache Dach, welches das conische durchschneidet, mit dem Horizonte einen geringern Winkel bildet (weniger Abhang hat) als das Apothem. Hyperbolisch sind sie endlich dann, wenn der durchschneidende Plan mit der wagerechten Linie einen offnern Winkel bildet (steiler ist) als das Apothem des Kegels. Eine verticale (lothrechte) Mauer befindet sich jederzeit in diesem letztern Falle. Geht aber der Plan durch die Axe, so verwandelt sich die hyperbolische Linie in eine gerade.

Der Kehlbalken kann als eine horizontale Fette betrachtet werden; die Kanten an demselben sind sämmtlich Zirkelbogen; auch die Stützhölzer, Jagdbänder und Helmstangen oder Giebelsäulen erhalten die zu ihrer Stellung erforderlichen Biegungen.

147. Ein conischer Dachstuhl besteht, nach Maasgabe der *Fig. 234*, gewöhnlich aus einem vollständigen Bunde, an welchen zwei, vier oder mehrere halbe Bünde angesetzt werden; dazu kommen zwei oder drei Reihen Fetten, auf welche mehr oder minder lange Sparren befestigt werden, welche das Lattenwerk tragen.

148. Der Grundriss enthält blos einen halben runden Thurm *ABCD* (Backofengewölbe). Die *Fig. 232* zeigt den Werksatz; dieser enthält einen Hauptbalken *E*, einen halben Spannriegel *F*, ein Tragholz *G*, an welches die Schifter *H, H*, befestigt werden; ferner eine Balkenverbindung *I*, und einen Riegel *J:* auch sieht man eine Oeffnung, wodurch man zwischen den beiden Wechseln *K, L*, in das Innere des Dachstuhls gelangen kann.

149. Die *Fig. 233* enthält eine Stuhlsäule zu einem ganzen Bunde *O;* zwei Stuhlsäulen zu halben Bünden *P, P*, zwei Sparren *Q, Q*, welche nicht über die Giebelfette hinausgehen; vier andere Sparren *S, S, S, S*, welche zwischen der Mauerlatte und der ersten Fette stehen; ferner die Stichbalken *R, R*, die Mauerlatte *N*, und die beiden Fetten *T* und *U*.

Der Aufriss *Fig. 234*, zeigt einen vollständigen Dachstuhl; dieser enthält einen Hauptbalken E; zwei Strebebüge X, X; die Mauerlatte N; die Stichbalken R, R; die Stuhlsäulen O, O; den Spannriegel V; die Giebelsäule M; die Fetten T, U; die Schifter Y, Y; und endlich die innere Ansicht von den halben Bindern und Sparren.

Die horizontale Fette kann auf verschiedene Weise folgendergestalt gezeichnet werden.

150. Es sey *Fig. 235* der rechte Winkel *DAB*, das Viertel der horizontalen Vorstellung eines conischen Dachstuhls, dessen Höhe *A*, die Projection der Axe ist, und das Quadrat *IJ* das Viertel von der Dicke der Giebelsäule: *BC*, ist die Hälfte der Dicke der Stuhlsäule im Hauptbunde; *DE*, die Hälfte eines halben Bundes; *FG*, die vollständige Dicke einer andern zu einem halben Bunde gehörigen Stuhlsäule, wovon man bei *HH* die Einsetzung nebst der Kante sieht, wobei aber die Giebelsäule als viereckig angenommen wird. Diese Stuhlsäule könnte aber weniger lang und das obere Ende *KL* in eine Fette eingezapft seyn.

Ferner sey ABSD die verticale Vorstellung von einem Theile der Giebelsäule, und CDEF die einer Stuhlsäule.

1.° An einer horizontalen Fette, wie z.B. *M*, in

cularly, whose the whole framing performs a circular crown. The edges of the horizontal purlins [on a level] are too circular arcs.

When the purlins are oblique to the basis [sloping], their edges shall be or elliptical, or parabolical, or hyperbolical. The same curvities belong to the valleys, Saint-Andrews crosses, &c.

Thus, the shorted walleys applied to the conical roofs shall take diverse forms accordingly to the own shapes and sites of the small trusses causing them. The edges shall be parabolical, if both the intersecting roofs equally slope. They are elliptical, when the plan roof which meets the conical one, make with the horizon a lesser angle than the conical apothem [less steep]. And those edges shall be hyperbolical, when the intersecting plan roof makes greater angle with the horizontal line [is steeper] than the conical apothem. It is understood that a vertical wall is always so; but one must know that the hyperbolical branch is transformed in a right line when the wall passes exactly along the axe of the cone.

The collar of the shorted valley shall be like to an horizontal purlin; and all the edges of it, circular arcs: the ashleers, braces, spire, shall take curvities analogous to their sites.

147. A conical roof is ordinarily composed with a complete truss, as shows the *Fig. 234;* and they add to it two, four or more half-trusses : to that primitive composing are applied two or three courses of purlins, to receive the diverse rafters for bearing the lathing and tiles.

148. The horizontal description contains only an half-round tower *ABCD* [bottom of an oven, oven top]. The *Fig. 232* shows the furrows, composed with an inferior collar *E*, an half-collar *F*, a bracket *G*, receiving the shorted collars *H, H;* the branching *I*, and quarter *J* (punging in) : it is too seen a way between the trimmers *K, L*, for going in the garret.

149. On the *Fig. 233*, are seen a rafter of truss *O;* two ones of half-trusses *P, P;* two small rafters *Q, Q*, which don't out the upper-purlin; another four rafters *S, S, S, S*, only between the wall-plate and under-purlin; the hammer-beams *R, R;* the wall-plate *N*, and two purlins *T* and *U*.

The vertical description, *Fig. 234*, shows the complete truss, composed with an inferior collar E; two strengthening pieces X, X; the wall-plate N; the hammer-beams R, R; the principal rafters O, O; the upper-collar V; the spire M; the purlins T, U; the shorted collar Y, Y; and at last the interior appearance of the half-trusses and filling rafters.

Diverse Methods of drawing the horizontal Purlins.

150. Let be, *Fig. 235*, the right angle *DAB*, the quarter of the horizontal description of a conical roofing : the corner *A* is the projection of the axis, and the square *IJ*, the quarter of the bigness of the king-post; *BC* is the projection of the half-thickness of the rafter of the complete truss; *DE*, the half one of a half-truss; *FG*, the projection of the whole thickness of another rafter of half-truss, whose *HH* shows the projected upper-grooving and bevel cuts [unmouthing and uncheeking], but accordingly to the square shape supposed to the king-post: such a rafter could have lesser length, and its end *KL* be framed into a purlin.

Let be too ABSD the vertical projection of a part of the king-post, and CDEF the one of a rafter.

1.ˢᵗ All the edges of an horizontal purlin *M*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

telle que celle M dans la description horizontale, qui occupe l'angle entier, sont des quarts de cercle. Après avoir tracé carrément, sur la face verticale CE de l'arbalétrier, son occupation a b c d, et sa mortaise, si par le point b on fait passer la droite bb, perpendiculaire à AS, et des autres arêtes c, d, a, d'autres perpendiculaires à bb, on aura sur la ligne ba tous les rayons des arcs de cercle qui doivent former les quatre arêtes de la lierne. Mais, pour faire choix du volume de bois qu'il faut pour l'exécuter, l'occupation a b c d ne donne qu'une dimension d'écarrissage, qui est dd : pour avoir l'autre, il faut tracer au moins la projection horizontale de l'arête c, et sa corde e; reportant la flèche de c en e, on aura l'autre dimension d'écarrissage, qui sera ae. Si l'on traçait la projection horizontale des autres arêtes, on obtiendrait e f g h, qui contient la dimension de longueur et celle de largeur, les tenons et leurs épaulemens. (Pour indiquer ce procédé, les charpentiers disent *couper la lierne par ses quatre arêtes.*)

2.° Si l'on fait usage du même procédé pour tailler la lierne N, on aura le rectangle m n o p, qui contient sa dimension de longueur et une d'écarrissage; l'autre dimension d'écarrissage sera pareille à la précédente, puisque son occupation i j k l est semblable à a b c d. Quelques praticiens, sous le prétexte de l'économie du bois, préferent la manière qu'ils appellent *couper la lierne par balancement :* ce dernier procédé est purement géométrique ; car le calibre P, qui est une portion de la surface conique ou du lattis, est en même temps la face j i de la lierne. Pour tracer ce calibre, on emploiera pour centre le point S, et pour rayons Sj, Si. Le calibre Q, destiné à tracer l'autre sorte de courbure de la lierne, aura son centre au sommet S d'un autre cône dont l'apothème Si serait perpendiculaire au lattis SE et se confondrait avec la ligne d'occupation l i : pour exécuter selon ce dernier procédé, le volume de bois devra avoir la même dimension de longueur ; mais ses dimensions d'écarrissage seront z et &.

Nous avons réuni les deux sections qui montrent ces écarrissages, dont l'une est 1, 2, 3, 4, *Fig.* R, et l'autre, 3, 5, 6, 7, *Fig.* S'. Selon le premier de ces rectangles, il faudrait du bois très-méplat ; l'autre est plus approché du carré. Quant à l'économie du bois, une simple opération géométrique peut présenter à l'œil les deux rectangles sous forme carrée, comme il suit : en portant 3, 4 sur le prolongement de 2, 3 en 8, et, du milieu 11 de 2, 8, comme centre, décrivant l'arc 2, 13; 3, 13 est le côté du carré équivalent au parallélogramme 1, 2, 3, 4 : et en portant 3, 5 de 3 en 9, et, du milieu 10 de 7, 9, décrivant l'arc 7, 12; 3, 12 sera le côté du carré équivalent au rectangle 3, 5, 6, 7, lequel est plus grand que le premier, comme on pourra s'en convaincre en exécutant les deux carrés sur 3, 13, et 3, 12, comme côtés.

3.° Au lieu de disposer rectangulairement au lattis l'occupation de la lierne, comme aux cas précédens, on l'établit quelquefois parallèlement à la base du cône, telle que q r s t : sa projection horizontale O montre que toutes ses arêtes sont aussi des arcs de cercle, puisque toutes les sections du cône droit faites parallèlement à la base donnent des cercles. Cette manière exige des bois méplats, tels que palplanches ou bois carré refendu. Les chevrons que cette sorte de lierne reçoit, sont nécessairement assemblés en about, puisque ses surfaces du dessus et du dessous ne sont pas carrément au lattis : mais il est aussi des cas où l'on préfère aux assemblages à tenon et mortaise les entailles telles que les montre la *Fig.* T.

151. Les combles coniques peuvent, comme les pyramidaux, être affectés de divers accessoires : celui

der horizontalen Vorstellung, welche den ganzen Winkel einnimmt, sind sämmtliche Kanten Zirkelviertel. Man zeichnet zuvörderst quadratförmig auf der verticalen Fläche CE, der Stuhlsäule, ihren Platz a b c d, nebst ihrem Zapfenloche ; zieht man sodann durch den Punkt b, die gerade Linie bb, perpendicular mit AS, und aus den andern Kanten c, d, a, andere mit bb perpendiculare Linien ; so erhält man auf der Linie ba, alle Radii zu denjenigen Zirkelbogen, welche die vier Kanten der Fette bilden sollen. Um aber den zur Ausführung nöthigen Umfang des Holzes zu haben, so giebt a b c d weiter nichts als eine Dimension des Abvierens, welches dd ist : will man die andere haben, so muss man wenigstens die horizontale Projection der Kante c, nebst ihrer Sehne e, zeichnen ; trägt man nun den Pfeil von c nach e zurück, so erhält man die andere Dimension des Abvierens, welches ae ist. Zeichnete man die horizontale Projection der andern Kanten, so ergäbe sich daraus das Rechteck e f g h, welches die Länge und Breite, so wie die Zapfen und ihre Backen enthält. (Man nennt dieses in der Bausprache die Fette nach ihren vier Kanten schneiden.)

2.° Schneidet man die Fette N auf eben diese Weise, so erhält man das Rechteck m n o p, welches die Länge und eine Dimension des Abvierens enthält ; die andere Dimension des Abvierens ist der vorigen gleich, indem ihr Platz i j k l, ähnlich ist a b c d. Eine andere Verfahrungsweise heisst die Fette *par balancement* schneiden. Einige Baumeister wenden sie deswegen an, weil sie dabei Holz zu ersparen vorgeben. Sie ist rein geometrisch ; denn der Lehrbogen P, welcher einen Theil von der conischen Fläche oder dem Lattenwerke ausmacht, ist zugleich die Fläche j i der Fette. Man nimmt bei der Zeichnung dieses Lehrbogens den Punkt S zum Mittelpunkt, und die Längen Sj, Si zu Radiis. Der Lehrbogen Q, nach welchem für die Fette die andere Art von Biegung gezeichnet wird, hat seinen Mittelpunkt an der Höhe S eines andern Kegels, dessen Apothem Si dem Lattenwerke SE gleich seyn, und sich mit der Linie l i verschmelzen wird. Soll diese Verfahrungsweise angewendet werden, so muss das Holz zwar die nämliche Länge haben, allein die Dimensionen des Abvierens werden z und & seyn.

Wir haben hier beide das Abvieren betreffende Schnitte zusammengestellt. Der eine ist 1, 2, 3, 4, *Fig.* R, und der andere, 3, 5, 6, 7, *Fig* S'. Das erste von diesen Rechtecken erfordert sehr halbflaches Holz ; das andere aber nähert sich mehr dem Viereck. Was die Holzersparung anbelangt, so wird eine einfache geometrische Operation die beiden Rechtecke unter einer viereckigen Gestalt wie folgt darstellen. Trägt man 3, 4, auf der Verlängerung von 2, 3, nach 8, und beschreibt aus der Mitte 11 von 2, 8, den Bogen 2, 13 ; so ist 3, 13 die Seite des Vierecks, gleich dem Parallelogramm 1, 2, 3, 4 ; und trägt man 3, 5, von 3 nach 9, und beschreibt aus der Mitte 10, von 7, 9, den Bogen 7, 12 ; so ist 3, 12 die Seite des Vierecks, gleich dem Rechteck 3, 5, 6, 7 ; dasselbe ist grösser als das erste, welches dann ersichtlich wird, wenn man die beiden Vierecke nach 3, 13, und 3, 12 als Seiten ausführt.

3.° Anstatt, wie in den vorhergehenden Fällen, die Fette mit dem Lattenwerke rechtwinkelig anzulegen, so wird sie bisweilen auch mit der Kegelbasis parallel angelegt, wie q r s t zeigt. Wir sehen aus der horizontalen Vorstellung O, dass ihre sämmtlichen Kanten ebenfalls auch Zirkelbogen sind, weil alle Durchschnitte, welche an einem geraden Kegel mit der Basis parallel gemacht werden, Zirkel geben. Diese Verfahrungsweise erfordert halbflaches Holz, wie z. B. gesägtes oder Pfostenholz. Die für solche Fetten bestimmten Sparren müssen in dieselben eingezapft werden, weil ihre obern und untern Seiten mit dem Lattenwerke nicht viereckig gehen : jedoch giebt es Fälle wo man der Verzapfung die in *Fig.* T enthaltenen Einschnitte vorzieht.

151. Die conischen Dächer können, wie die pyramidenförmigen, noch gewisse accessorische An-

for instance, in the horizontal description, which occupies the whole right angle, are quadrants. After having traced with the square on the vertical face CE of the rafter, the joint a b c d and its mortise, through the edge-points a, b, c, d, lift perpendiculars to bb, or parallels to AS; they shall give on the straight ba all the rays of the arcs which ought to form the four edges of the purlin. But, for choosing a bulk able to perform the purlin, the said square a b c d gives only the one of the measures of squareness, viz, dd : in order to find the other, one ought to draw at less the horizontal projection of the edge c, and its cord e; the arrow being transferred from c at e, ae shall be the other size of squareness. If one would trace the projections of the other edges, he could find the rectangle e f g h, showing the length and the breadth with the tenons and their shoulderings. (The practisers call such a draught *to cut a purlin on its four edges.*)

2.dly The same method applied to cut the purlin N, shall give the rectangle m n o p, showing the length and the breadth of the bulk; its thickness being equal to the foregoing one, since the joint i j k l is equal to a b c d. Some practisers, pretending to spare the matter, prefer the method they call *to cut a purlin by balancing,* which is quite geometrical; indeed, the size P, being a part of the conical surface or lathing, is at the same time the face i j of the purlin. In order to tracing such a mould, the point S is used as center, and Sj, Si, as rays. The size Q, appointed to the draught of the other curvity of the purlin, ought to have for center the top S of another cone, whose the apothem Si could be perpendicular to the lathing SE, and confounded with the line of occupation l i : with that method, the bulk ought to have the same length; but the dimensions of squareness shall be z and &.

We have annexed to each other the two sections showing those diverse squarenesses : the one, 1, 2, 3, 4, *Fig.* R; the other, 3, 5, 6, 7, *Fig.* S. The first size requires slater timbers; the second, more next to the square, but few exceeding as to bulk; what can be shown by a geometrical construction, turning each parallelogram on a very square, as it follows : carry the distance 3, 4 on the lengthening of 2, 3 at 8; and taking as center the middle point 11 of the line 2, 8, describe the arc 2, 13; 3, 13 shall be a side of the square equivalent to the parallelogram 1, 2, 3, 4 : by carrying too 3, 5 from 3 at 9, and, from the middle point 10 of 7, 9, describing the arc 7, 12; 3, 12 shall be the size of the square equal to the parallelogram 3, 5, 6, 7, which shall be shown greater than the first one, by performing the two squares on the sides 3, 13, and 3, 13.

3.ly Instead of seating the joints of the purlins perpendicularly to the lathing, as the foregoing ones, sometimes they establish them parallely to the basis of the roof, as q r s t : the horizontal projection of it O shows that all the edges are too circular arcs, since all the sections parallel to the basis of the right cone are circular. That method requires timbers much more slat or cleave again. The faces of such purlins doing not be perpendiculars to the lathing, the rafters cannot be framed to them unless with oblique cuts [but-ends]; nevertheless notches as shows the *Fig.* T, are sometimes prefered to the assemblage with tenon and mortise.

151. The conical roof can take, as the others, diverse accessories : the one of that example is a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que présente cet exemple, sous forme de lucarne destinée à éclairer l'intérieur du comble, a besoin d'un vide de forme différente de ceux que laissent ordinairement les bois qui entrent dans la composition de cette sorte de comble. La *Fig. 236* montre, sur la description verticale, la face et le fronton de la lucarne; la *Fig. 237*, sa jouée ou profil : à la description horizontale, *Fig. 238*, est représenté son comble à vue d'oiseau; la *Fig. 239* est une coupe horizontale des pilastres et des jouées. Il faut, pour recevoir les deux pentes du fronton, deux liernes obliques, dont les arêtes seront nécessairement elliptiques, puisque ces pentes font avec l'horizon un angle moindre [ont moins de raide] que l'apothème du cône, comme le montre la ligne AB.

Trait d'une Lierne oblique [rampante].

152. Tracez l'inclinaison FB, *Fig. 240*, de l'apothème du comble conique; et, par la ligne EA, marquez la largeur d'une des faces verticales d'un arbalétrier supposé dans la direction de la ligne de couronnement de la fermette de lucarne : tracez aussi la pente JG, *Fig. 241*, du fronton de lucarne, et la ligne HI, qui indique la largeur verticale de l'arbalétrier de sa fermette, supposée avoir fait un quart de révolution autour de l'axe, et devenue parallèle à l'arbalétrier AF. Le volume de la lierne faisant partie en même temps, et du volume du comble conique, et de celui du comble droit, ces deux arbalétriers sont réellement deux projections verticales de la lierne; le premier montrant les distances à l'axe du cône, et le second, les distances au plan vertical qui passerait par la ligne de couronnement de la lucarne. Divisez en parties égales la hauteur 1H du comble de la lucarne; par les points de division 2, 3, 4, 5 et H, menez des horizontales [traversantes] 2k, 3m, &c., qui donneront, sur la face verticale de l'arbalétrier de fermette, les points K, L, M, N, O, P, Q, R, S; et sur les faces verticales de l'arbalétrier du comble conique, les points l, k, n, m, p, o, r, q, C, D. Par tous ces derniers points, ainsi que par A, B, E, F, menez parallèlement à Ey des droites qui donneront autant de points sur celle xb qui appartient à la *Fig. 242*, et qui est la projection horizontale [retombée] de la ligne de couronnement.

153. Pour tracer la projection horizontale de cette lierne, *Fig. 242*, prenez, *Fig. 241*, les distances de 1 à J et à I, que vous porterez pour marquer, à partir de la ligne xb, *Fig. 242*, des distances par lesquelles vous tracerez indéfiniment ij et IJ : du point x, qui représente l'axe du cône, comme centre, et xb pour rayon, décrivez l'arc bJj; et de xa pour rayon, l'arc aIi : les quatre points i, I, J, j, seront les origines des quatre arêtes, et fourniraient ce que les praticiens nomment *le pas*, si la lierne devait s'assembler sur la plate-forme horizontale qui est représentée par AB, JI, *Fig. 240* et *241*. En procédant de même, on obtiendra les points k, K, L, l; m, M, N, n; o, O, P, p; q, Q, R, r, qui, avec E, D, F, C, donneront des points de passage, et les extrêmes des projections horizontales des quatre arêtes : les points d, c, ont été donnés par la distance HS portée de la ligne xb, et les arcs Dd, Cc, aussi décrits du centre x. Le diamètre du petit cercle tracé du centre x étant égal à la dimension d'un arbalétrier, face du lattis; en traçant à ce cercle une tangente qui passe par le point J représentant I, *Fig. 241*, et B, *Fig. 240*, elle coupera les projections des trois autres arêtes aux points s, t, u, qui donnent les épaulemens de l'assemblage du bout inférieur de la lierne, dont les points des gorges seront s, u, et ceux d'about t, J.

lagen erhalten. Wir sehen z. B. in gegenwärtigem Falle ein Dachfenster, welches zur Erhellung des innern Dachraums bestimmt ist. Die Gestalt der Oeffnung ist aber von derjenigen unterschieden, welche sonst gewöhnlich bei dieser Art Dächer angewendet wird. Die *Fig. 236* zeigt die verticale Ansicht der vordern Seite und des Fenstergiebels, und die *Fig. 237* das Profil. Die *Fig. 238* ist die horizontale Ansicht des Fensterdaches, und die *Fig. 239*, der horizontale Durchschnitt der Pfosten und Seitenwände. Die beiden Giebelabhänge erfordern zwei schräge Fetten, deren Kanten nothwendigerweise elliptisch sind, weil diese Abhänge mit dem Horizonte einen geringern Winkel bilden (weniger steil sind) als das Apothem des Kegels. Man sehe die Linie AB.

Schnitt einer schrägen Fette.

152. Man zeichne die Neigung FB, *Fig. 240*, welche das Apothem des conischen Daches hat, und bemerke vermittelst der Linie EA, die Breite von einer der verticalen Seiten einer Stuhlsäule, welche nach der Kranzlinie des Dachfensterbinders zu gerichtet ist: man zeichne ferner den Abhang JG, *Fig. 241*, des Dachfenstergiebels, nebst der Linie HI, welche die verticale Breite der Stuhlsäule an dem Dachfensterbinder anzeigt, und wobei angenommen wird, dass selbige einen Quadrant um die Axe beschrieben habe, und mit der Stuhlsäule AF parallel geworden sey. Da die Gestalt der Fette sowohl mit dem conischen als auch mit dem geraden Dache im Verhältnisse steht, so sind diese beiden Stuhlsäulen die beiden wahren verticalen Vorstellungen der Fette : die erste zeigt nämlich den Abstand von der Kegelaxe, und die zweite den Abstand von dem verticalen Plane, welcher durch die Kranzlinie des Dachfensters geht. Man theile die Höhe 1H des Dachfensterdaches in gleiche Theile; ziehe durch die Theilungspunkte 2, 3, 4, 5 und H, die Horizontallinien 2k, 3m, u. s. w., welche auf der verticalen Fläche der an dem Dachfensterbinder stehenden Stuhlsäule die Punkte K, L, M, N, O, P, Q, R, S; und auf der verticalen Fläche der im conischen Dache stehenden Stuhlsäule, die Punkte l, k, n, m, p, o, r, q, C, D, geben werden. Durch diese letztern Punkte, so wie durch A, B, E, F, ziehe man parallel mit Ey, gerade Linien, welche eben so viel Punkte auf der Linie xb geben werden. Diese letztere gehört zur *Fig. 242*, und ist die horizontale Vorstellung der Kranzlinie.

153. Um die horizontale Projection dieser Fette, *Fig. 242* zu zeichnen, nehme man in *Fig. 241*, die Abstände von 1 nach J und nach I, welche man weiter führt, um aus xb, *Fig. 242*, Abstände zu bezeichnen, vermittelst welcher man auf unbestimmte Weise ij und IJ zeichnet. Aus dem Punkte x, welcher die Axe des Kegels vorstellt, als Mittelpunkt, mit dem Radius xb, beschreibe man den Bogen bJj; und aus xa, als Radius, den Bogen aIi; worauf die vier Punkte i, I, J, j, die Grundlinien zu den vier Kanten seyn werden; auch würden sie die Schnittlinie geben, wenn die Fette auf der horizontalen Mauerlatte, welche in *Fig. 240* und *241* mit AB, JI bezeichnet ist, angelegt werden sollte; und verfährt man weiter auf die nämliche Weise, so erhält man die Punkte k, K, L, l; m, M, N, n; o, O, P, p; q, Q, R, r, welche mit E, D, F, C, die Durchgangspunkte nebst den Enden der vier horizontalen Kanten geben werden. Aus dem Abstande HS, welcher von der geraden Linie xb geführt worden ist, haben sich die Punkte d, c ergeben; auch sind die Bogen Dd, Cc, aus dem Mittelpunkte x beschrieben worden. Der Durchmesser des kleinen Zirkels, welcher aus dem Mittelpunkte x gezogen worden, ist gleich der Dimension einer Stuhlsäule, an der Fläche des Lattenwerks; zieht man nun an diesem Zirkel eine Tangente, welche durch den Punkt J geht, dessen Vorstellung in *Fig. 241*, I, und in *Fig. 240*, B ist; so zerschneidet solche die Projectionen der drei andern Kanten in den Punkten s, t, u, welche die Zusammensetzung an dem untern Ende der

dormer-window appointed for lightening the inner of the roof, which needs a void quite different from the ones let by the timbers usually employed into that kind of roofs. The *Fig. 236* shows, on the vertical description, the face and pediment of the dormer window; the *Fig. 237*, the profile of it; the horizontal description, *Fig. 238*, the upper-view of the roofing as the birds do; the *Fig. 239*, an horizontal section of the pillars. For receiving the two pourings, it wants two oblique purlins, the edges of which shall be necessarily elliptical, since their shelvings make with the horizon an angle less than the apothem of the cone [are less steep], as shows the straight AB.

Draught of an oblique Purlin [creeping].

152. Trace, *Fig. 240*, the shelving FB, of the apothem of the conical roof; and, by means of the straight EA, design the breadth of a vertical face of a principal rafter supposed on the direction of the crowning line of the small truss of the dormer window. Then, *Fig. 241*, draw too the shelving JG of the pediment of the dormer window, and the line HI parallel to it, showing the breadth of the principal rafter of the small truss, supposed having turned a quadrant round the axis, and parallel to the rafter AF. The volume of the purlin being at the same time a part of the volume of the conical roofing, and of the one of the right roof, those two rafters are really each two vertical projections of the searched purlin, the one showing the distances from the axe, the other expressing the distances from the vertical plan passing along the crowning line. The height 1H of the roof being divided into many soever equal parts, and horizontals [transverse lines] 2k, 3m, &c., being traced through the dividing points 2, 3, 4, 5, H, they shall give on the vertical face of the rafter of the small truss the points K, L, M, N, O, P, Q, R, S; and on the one of the rafter of the conical roof, the points l, k, n, m, p, o, r, q, C, D. Through those latter points and A, B, E, F, bring parallely to Ey straights which shall give as many points on xb, which belongs to the *Fig. 242*, the horizontal projection [dropping] of the crowning line.

153. For tracing the horizontal projection of that purlin, *Fig. 242*, take off, *Fig. 241*, the distances from 1 at J and I; and carrying them from the line xb, *Fig. 242*, draw indefinitely ij and IJ, parallel to xb : then, taking as center the point x, the projection of the axe of the cone, describe the arcs bJj and aIi, with the respective rays xb and xa : the points i, I, J, j, shall be the rises of the four edges, and give the trace [bottom, foot, pace] of the purlin on the wall-plate shown by AB, JI, *Fig. 240* and *241*. On the same manner you shall obtain the points k, K, L, l; m, M, N, n; o, O, P, p; q, Q, R, r, which, as well as E, D, F, C, shall be the extremities and points of passage of the horizontal projection of the purlin's four edges : the points d, c, have been found by carrying HS from the line xb, and describing the arcs Dd, Cc, from the same center x. The diameter of the little circle surrounding x, being equal to the dimension of the rafter on the lathing; if you trace to it a tangent through the point J, the projection of I, *Fig. 241*, and B, *Fig. 240*, it shall cut the three other edges at s, t, u, which shall give to you the shoulderings of the under-framing of the purlin, viz, t, J, as the but-ends, and s, u, for the neck points.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les quatre arêtes qu'on voit tracées sur la projection verticale, *Fig. 240*, ne sont pas nécessaires pour reporter le trait sur le volume de bois : pour les y tracer, on reportera, à la même distance de la droite yE, les points de la projection horizontale, *Fig. 242*, sur chacune des traversantes respectives de la *Fig. 240*. Cependant, y étant admises, cette projection et celle de la *Fig. 241* sont suffisantes pour exécuter le tracé du bois.

154. Les projections verticale, *Fig. 240*, et horizontale, *Fig. 242*, ne donnant ni l'une ni l'autre la longueur vraie de la lierne, on l'obtiendra en procédant comme il suit. Après avoir tracé une droite $E'y'$, *Fig. 243*, on portera sur elle les points de division I', K', M', O', Q', H', espacés comme ils le sont à la *Fig. 241*, sur la ligne IH; on portera aussi la longueur T G de H' en E', et celle J U de I' en U' : on y reporterait de même les points L, N, P, R, S, T, si, étant retournés carrément sur la face IH, ils ne se confondaient pas avec I, K, M, O, Q, H, comme il arrive dans cet exemple, où l'on voit que la perpendiculaire I U passe au point L. Par chacun de ces points, on tracera des perpendiculaires à $y'E'$; mais ici, *Fig. 243*, les perpendiculaires élevées des points I', K', &c., doivent être considérées chacune comme deux lignes, puisque les points de passage des quatre arêtes s'y rencontrent : il ne reste plus qu'à reporter sur ces lignes et à la même distance de $y'E'$ les points des arêtes de la *Fig. 242*, tels qu'ils sont espacés de la ligne Ey : les mêmes lettres appliquées aux deux figures font concevoir ce report. Pour tracer la ligne de gorge ainsi que celle d'about, des points s, t, u, *Fig. 242*, on menera sur IJ des parallèles à yE; on prendra les distances de J à chacune de ces parallèles, et on les reportera de J' vers I', sur $I'J'$, *Fig. 243*; on menera par ces points des parallèles à $y'E'$, qui, coupant respectivement les trois autres arêtes, donneront s', u', pour les points de la ligne de gorge, et t', J', pour ceux de la ligne d'about.

Trait d'un Noulet sur le Comble conique. [Manière de construire un Noulet sur une Tour ronde.]

155. Une ligne droite ne pouvant toucher en tous ses points la surface du cône que dans la direction de son apothème, la surface inférieure de la branche du noulet, contiguë au comble, n'aurait sur lui que quelques points de contact, c'est-à-dire qu'elle ne pourrait s'y appliquer dans toute son étendue sans une préparation spéciale : mais, quelle que soit la sorte de courbure qu'il faille lui donner, soit elliptique, soit parabolique, le procédé des projections que nous venons d'expliquer, s'y appliquera sans difficulté ; la répétition que nous en donnons ici *Fig. 247, 248* et *249*, est seulement pour faire voir que la méthode des praticiens, *Fig. 244, 245* et *246*, n'en diffère que dans le placement des dessins particuliers sur l'étalon.

Soient CD, *Fig. 244*, une portion de l'axe du cône, et BE, son apothème; KHIJ, la face, mais verticale, d'un des chevrons de la fermette de la lucarne, qui doit se projeter sur la face de lattis du comble conique, et y déterminer la forme que doit avoir la branche de noulet : AF marque l'autre dimension d'écarrissage qu'on veut donner à la branche de noulet. On divise en parties égales la ligne CH, qui mesure verticalement la hauteur de la fermette; et, par les points de division, l'on mène des horizontales [traversantes] qui donnent, sur la face JH de l'arbalétrier, les points $a, b; c, d; e, f; g, h; i, j; k, l$, et m, n : et, sur l'autre face d'écarrissage BF, les points a, b; c, d; &c. L'autre traversante IA', menée par le point I, est égale au rayon CB du cône, augmenté de l'épaisseur horizontale BA de

Fette geben, wovon s, u, die Kehlpunkte, und t, J die Endpunkte sind.

Soll der Schnitt auf dem Holze gezeichnet werden, so sind die auf der verticalen Vorstellung in *Fig. 240* gezeichneten vier Kanten dabei nicht erforderlich; will man sie darauf zeichnen, so bringt man in dem nämlichen Abstande von der geraden Linie yE, die horizontalen Projectionspunkte in *Fig. 242*, auf jede der respectiven schrägen Linien der *Fig. 240* ; worauf diese Projection nebst der in *Fig. 241*, zur Zeichnung des Holzes hinreichend ist.

154. Da die verticale Projection, *Fig. 240*, sowohl als die horizontale, *Fig. 242*, die wahre Länge der Fette noch nicht geben, so erhält man solche auf folgende Weise. Hat man eine gerade Linie $E'y'$, *Fig. 243*, gezeichnet, so bringe man darauf die Theilungspunkte I', K', M', O', Q', H', in den nämlichen Abständen wie in *Fig. 241*, auf der Linie IH; man trage ferner die Länge T G von H' nach E', und die Länge J U von I' nach U'; man würde dahin auch die Punkte L, N, P, R, S, T bringen, wenn solche, nachdem sie auf die Fläche IH quadratförmig zurückgetragen sind, sich nicht mit I, K, M, O, Q, H vereinigten, wie es in gegenwärtigem Falle geschieht, wo die Perpendicularlinie IU zu dem Punkte L geht. Durch jeden von diesen Punkten ziehe man Perpendicularlinien mit $y'E'$. Die in *Fig. 243* aus den Punkten I' K', u. s. w., aufgerichteten Perpendicularlinien müssen aber jede als zwei Linien betrachtet werden, weil die Punkte der vier Kanten daselbst mit einander zusammentreffen. Endlich werden noch auf diese Linien, in dem nämlichen Abstande von $y'E'$, die Kantenpunkte aus der *Fig. 242* herübergetragen, und zwar eben so wie sie von der Linie Ey abstehen; wie solches die nämlichen zu beiden Figuren angewendeten Buchstaben zeigen. Um die Kehl- und Endlinie zu zeichnen, so ziehe man aus den Punkten s, t, u, *Fig. 242*, mit yE Parallellinien auf IJ; nehme die Abstände von J nach jeder von diesen Parallellinien, und trage sie von J' gegen I' auf $I'J'$, *Fig. 243*; ziehe durch diese Punkte mit $y'E'$ Parallellinien, welche die drei andern Kanten durchschneiden, und s', u', für die Punkte der Kehllinie, und t', J', für die der Endlinie geben werden.

Zeichnung einer Kehle auf einem conischen Dache. [Art und Weise eine Kehle auf einem runden Thurme anzulegen.]

155. Da eine gerade Linie die Fläche eines Kegels an allen seinen Punkten bloss in der Richtung des Apothems berühren kann, so würde der untere Theil des Kehlschifters, welcher an dem Dache anliegt, mit diesem bloss einige Berührungspunkte haben; d. h., er könnte sich, ohne eine besondere Vorrichtung, der ganzen Länge nach nicht an dasselbe anlegen. Die dazu erforderliche Biegung sey jedoch von welcher Beschaffenheit sie wolle, elliptisch oder parabolisch, so lässt sich die vorstehende Verfahrungsweise sehr leicht dazu anwenden. Wir wiederholen solche in *Fig. 247, 248* und *249* bloss deshalb, um zu zeigen, dass die gewöhnliche in den *Fig. 244, 245* und *246* enthaltene Verfahrungsweise sich davon bloss durch die besondere Anordnung der auf der Lehre zu machenden Zeichnungen unterscheidet.

Es sey CD, *Fig. 244*, ein Theil der Kegelaxe, und BE das Apothem; KHIJ, die verticale Fläche von einem der Sparren an dem Dachfenster, welches an dem Lattenwerke angelegt, und daselbst die Gestalt des Kehlschifters bestimmen soll; AF die andere Dimension nach welcher der Kehlschifter abgeviert werden soll. Man theilt die Linie CH, welche das verticale Maas zur Höhe des Dachfensterbinders ist, in gleiche Theile, und zieht durch die Theilungspunkte Horizontallinien, welche auf der einen Stuhlsäulenfläche JH, die Punkte $a, b; c, d; e, f; g, h; i, j; k, l$, und m, n, und auf der andern Fläche BF, die Punkte a, b; c, d; u. s. w. geben. Die andere Horizontallinie IA', welche durch den Punkt I geht, ist gleich dem Kegelradius CB, welcher um die horizontale Dicke BA, des Kehl-

The four edges drawn on the vertical projection, *Fig. 240*, not are necessary for transferring the draught on the bulk. Besides they have been traced there by carrying at the same distance from yE the points found in the horizontal projection, *Fig. 242*, on each of the respective transverse lines of the *Fig. 240*. Nevertheless such a projection, with the one of the *Fig. 241*, suffices for performing the draught of the timber.

154. Never the horizontal projection, never the vertical, *Fig. 240* and *242*, gives asunder the real length of the purlin, which shall be found as it follows. On a straight $E'y'$, *Fig. 243*, carry the dividing points of the *Fig. 241*, at I', K', M', O', Q', H', distanced as in the other *Fig. 241*. Then carry too T G from H' at E', and J U from I' at U': the points L, N, P, R, S, T, could be like carried, if they, turned squarely on IH, might not be confounded with I, K, M, O, Q, N, as in that example, where the perpendicular IU passes through the point L. Through each of those points, bring perpendiculars to $y'E'$; but, in the present example, each of them ought to be looked as showing two lines, since the points of passage of two edges meet on it: thus carry the edge's points of the *Fig. 242*, distanced as they are there from the straight Ey: the same letters stamped on both the figures show plainly such a carrying. For tracing the lines of neck and but-end, from the points s, t, u, *Fig. 242*, bring on IJ parallels to yE; take off the distances from J at each of those parallels, and carry them from J' towards I' on $I'J'$, *Fig. 243*; and through those points bring parallels to $y'E'$: they, by cutting respectively the three other edges, shall give s', u', as the points of the neck-line, and t', J', for the but-end's ones.

Draught of a shorted Valley on the conical roof. [Method for constructing a shorted Valley on a circular Tower.]

155. A right line doing not able to touch a conical surface with all the points unless along the apothem, the under-face of a branch of shorted valley could not be contiguous to the conical roof, unless by few points of contact, and cannot apply itself to it by its whole extent, without a particular preparation : but, whatever be the kind of curvity whom it ought to have, or elliptical, either parabolical, the method of the projections we have next explained, shall be applied to it without any difficulty. The application of it to the *Fig. 247, 248* and *249*, is only to show that the method of the practisers, *Fig. 244, 245* and *246*, differs only by the disposal of the parts of the draught on the large scale.

Let be CD, *Fig. 244*, the vertical projection of a part of the axe of the cone; BE, the apothem; HIJK, the one of the vertical face of the rafter of the small truss of the dormer window, which ought to be projected on the lathing of the conical roof, and determine the shape whom ought to have the branch of the shorted valley : AF shows the other dimension of squareness adopted for that branch. CH, the vertical height of the small truss, is divided into equal parts; and through each dividing point, are brought horizontals [transverse lines], which give, on the face JH of the principal rafter, the points $a, b; c, d; e, f; g, h; i, j; k, l$, and m, n; and on the other face of the squareness BF, the points a, b; c, d; &c. The other horizontal IA', brought through the point I, is equal to the radius CB of

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la branche de noulet, puisqu'elle est comprise entre les parallèles CD et AA'. Pour donner moins d'extension aux figures, on prend pour centre le point I, et pour rayon IA', au lieu de AC; ce qui est indifférent, puisque cette transposition ne change rien au procédé.

Par les points A, B; a, b; c, d; &c., on mène parallèlement à l'axe les lignes AA', a2, BB', c3, b4, &c.; on mène aussi parallèlement à CD, par les points K, J, *a*, *b*, *c*, *d*, &c., d'autres droites indéfinies *KK*, *JJ*, *aa*, *bb*, &c. : employant ensuite pour centre le point I, et pour rayon IA', on décrit un premier arc A'*A*; avec le même centre, et IB' pour rayon, on trace un second arc B'*B*: le quadrilatère *KBJA* est la section ou coupe oblique du pied [le pas] de la branche de noulet dont la ligne *K* est l'about, et *J* la gorge : les quatre angles du quadrilatère seront les origines des quatre arêtes en projection horizontale. Du même centre I, et avec les rayons I2, I4, on trace deux autres arcs, qui donnent un deuxième quadrilatère *abba*; en opérant de même avec les rayons I3, I6, on a un troisième quadrilatère *cddc* : les angles de chacun de ces quadrilatères sont autant de points par lesquels on fait passer des courbes qui sont les projections horizontales des arêtes.

Pour avoir l'extension [la herse], c'est-à-dire, la forme et les dimensions réelles de la branche de noulet, et en tracer le volume au moyen de ses deux projections, on mène des perpendiculaires indéfinies à IJ et HK, *Fig. 244*, par tous les points de division qui existent sur ces lignes à la *Fig. 245*: par un point quelconque, *x*, par exemple, on prend une directrice [ligne de direction] *xy*, parallèle à AC; et en un point *x'*, *Fig. 246*, on prend une directrice correspondante *x'y'* : on porte ensuite, à partir de *x'y'*, sur chaque perpendiculaire correspondante, la distance perpendiculaire où chacun des angles des quadrilatères de la *Fig. 245* se trouve par rapport à la directrice *xy*; et l'on fait passer par tous les points ainsi trouvés quatre courbes, qui sont les arêtes réelles de la branche de noulet, avec ses véritables dimensions.

156. Dans la *Fig. 247*, BG exprime de même la pente du comble conique; *GG*, la hauteur verticale de la fermette de lucarne, par rapport à l'horizontale CB; et BA, l'épaisseur que produit une des dimensions d'écarrissage de la branche de noulet, mesurée horizontalement. Cette hauteur a été aussi divisée en parties égales; et des horizontales menées par les points de division ont donné les points a, b, c, d, &c.; des verticales abaissées de ces points ont donné, sur le rayon CA, la distance où chacun de ces points se trouve de l'axe du cône: en sorte que les arcs Aa, Bb, &c., décrits du centre C avec les rayons respectifs CA, CB, contiennent chacun la projection horizontale de deux points d'arête de la pièce, situés à même hauteur, en tant qu'ils sont tous les deux à même distance du centre.

Dans la *Fig. 248*, on a pris ensuite la même ligne CA comme projection horizontale de la ligne de couronnement de la lucarne : en un point quelconque q, une perpendiculaire q*K* y représente la trace ou base du fronton [ligne de trave]; et y reportant de q en *H* la hauteur verticale *GG* avec ses divisions, et traçant ensuite la pente du fronton *HK*q, et son autre dimension d'écarrissage, d'où résulte le trapèze *HIJK;* les parallèles à *K*q, menées par les points de division de la hauteur, ont donné sur la face *IK* les points d'arête *a*, *b*, *c*, *d*, &c. situés aux mêmes hauteurs respectives que a, b, c, d, &c., *Fig. 247;* et les parallèles indéfinies menées à q*H* par chacun de ces points *aa*, *bb*, *cc*, *dd*, &c. contiennent aussi chacune les projections horizontales de deux points d'arête à même hauteur que ceux

schifters vergrössert worden ist; denn selbige ist zwischen den Horizontallinien CD und AA' begriffen. Um der Figur einen geringern Umfang zu geben, so nimmt man den Punkt I zum Mittelpunkt, und zum Radius IA', anstatt AC. Diese Versetzung ist ganz gleichgültig, und thut der Operation keinen Eintrag.

Durch die Punkte A, B; a, b; c, d; u. s. w., zieht man parallel mit der Axe, die Linien AA', a2, BB', c3, b4; u. s. w,; ferner zieht man andere unbestimmte gerade Linien K*K*, J*J*, *aa*, *bb*, u. s. w., durch die Punkte K, J, *a*, *b*, *c*, *d*, u. s. w., parallel mit CD : endlich nimmt man den Punkt I zum Mittelpunkt, und IA' zum Radius, und beschreibt damit einen ersten Bogen A'*A*; einen zweiten Bogen B'*B*, mit dem Radius IB', beschreibt man aus dem nämlichen Mittelpunkte; das Viereck *KBJA* ist sodann der schräge Durchschnitt vom Fusse des Kehlschifters, wovon die Linie *K* das Ende, und *J* der Ausschnitt ist; die vier Winkel des Vierecks werden sodann den Anfang zu den vier Kanten horizontal darstellen. Aus dem nämlichen Centro I, mit den Radiis I2, I4, zieht man zwei andere Bogen, welche ein zweites Viereck *abba* geben; und verfährt man auf gleiche Weise mit den Radiis I3, I6, so erhält man ein drittes Viereck *cddc*; die Winkel dieser Vierecke sind eben so viel Punkte, bei denen man durch jeden krumme Linien zieht, welche die Kanten horizontal vorstellen.

Um die Form und wahren Dimensionen des Kehlschifters zu erhalten, und die Gestalt desselben vermittelst der beiden Projectionen zu zeichnen, so zieht man unbestimmte Perpendicularlinien mit IJ und HK, *Fig. 244*, durch alle Theilungspunkte, welche sich auf diesen Linien in *Fig. 245* befinden. Durch einen beliebigen Punkt, z. B. *x*, nimmt man eine Directionslinie *xy*, mit AC parallel; und in einem Punkte *x'*, *Fig. 246*, nimmt man eine correspondirende Directionsline *x'y'*. Man trägt sodann aus *x'y'*, auf jede correspondirende Perpendicularlinie, die perpendiculare Distanz, in welcher sich ein jeder von den Winkeln der Vierecke in *Fig. 245* in Bezug auf die Directionslinie *xy* befindet, und zieht durch sämmtliche solchergestalt gefundene Punkte vier krumme Linien, welche sowohl die wahren Kanten an dem Kehlschifter als auch dessen wahre Dimensionen sind.

156. In *Fig. 247*, zeigt BG ebenfalls den Abhang des conischen Daches, und *GG* die verticale Höhe des Dachfensterbinders in Bezug auf die Horizontallinie CB; so wie BA die Dicke, welche eine von den gevierten Dimensionen des horizontal gemessenen Kehlschifters giebt. Diese Höhe ist ebenfalls auch in gleiche Theile getheilt worden, und durch die Theilungspunkte sind Horizontallinien geführt worden, welche die Punkte a, b, c, d, u. s. w., gegegeben haben; die aus diesen Punkten gezogenen senkrechten Linien haben auf dem Radius CA den Abstand gegeben, in welchem sich ein jeder von diesen Punkten von der Kegelaxe befindet; sonach enthalten die aus dem Centro C beschriebenen Bogen Aa, Bb, u. s. w., deren respective Radii CA, CB sind, jeder insbesondere die horizontale Vorstellung von zwei Kantenpunkten, welche in gleicher Höhe stehen, in wiefern sie sich nämlich in gleichem Abstande vom Centro befinden.

In *Fig. 248* ist sodann die nämliche Linie CA zur horizontalen Vorstellung der zum Dachfenster gehörigen Kranzlinie genommen worden, und in einem beliebigen Punkte q, stellt eine Linie q*K*, die Basis des Daches [Stuhlwandlinie] vor; trägt man ferner die Verticalhöhe *GG* nebst ihren Theilungen daselbst von q nach *H*, und zeichnet den Giebelabhang *HK*q, nebst der andern gevierten Dimension, woraus sich das Trapezium *HIJK* ergiebt, so geben die mit *K*q parallel laufenden Linien, welche durch die Theilungspunkte der Höhe gezogen worden sind, auf der Fläche *IK*, die Kantenpunkte *a*, *b*, *c*, *d*, u. s. w., welche an den nämlichen respectiven Höhen stehen wie a, b, c, d, u. s. w. *Fig. 247;* so wie auch die unbestimmten Parallellinien, welche durch die Punkte *aa*, *bb*,

the cone, augmented with the horizontal thickness BA of the branch, since it is comprehended between the parallels CD and AA'. In purpose to shorting the extent of the figures, they take I as center, and IA' instead of AC; what is quite indifferent, since that transposition alters nothing in the method.

Through the points A, B; a, b; c, d; &c., bring parallely to the axe, the straights AA', a2, BB', c3, b4, &c.; and parallely to CD, through the points K, J, *a*, *b*, *c*, *d*, &c., other indefinite straights K*K*, J*J*, *aa*, *bb*, &c.: then from the point I as center, with the ray IA', describe forthwith the arc A'*A;* and with the ray IB', the arc B'*B* from the same center : the quadrilater *KBJA* is the oblique section of the foot [pace] of the branch of the shorted valley, *K* the but-end, and *J* the neck : the four corners of the quadrilater are the horizontal projections of the origins of the four edges. From the same center I, with the rays I2, I4, describe two other arcs, which shall give the quadrilater *abba*; and with the rays I3, I6, the quadrilater *cddc*: through the angles of those quadrilaters, trace four curve-lines, which shall be the horizontal projections of the edges.

As to obtain the extent [ledgement], the shape and real measures of the branch, and trace the bulk by means of the both projections, bring indefinite perpendiculars to IJ and HK, *Fig. 244*, through all the dividing points being on those lines in the *Fig. 245 :* on a whatsoever point, *x*, for instance, take as directress *xy*, parallel to AC; and in a point *x'*, *Fig. 246*, take a corresponding directress *x'y' :* carry on each perpendicular correlative the distance perpendicular of each corner of the quadrilaters from the directress *xy* on the *Fig. 245;* and through all the points so found, trace four curves, which shall be the real edges of the branch of the shorted valley, with its true dimensions.

156. In the *Fig. 247*, BG expresses too the shelving of the conical roof; *GG*, the vertical height of the small truss of the dormer window with regard to the horizontal CB; BA, the thickness caused by the one of the sizes of the squareness of the branch, measured horizontally. That height has been too divided into equal parts; and horizontals drawn through the dividing points, have given the points a, b, c, d, &c.; verticals sent back from those points have given, on the radius CA, the distance where each of those points is from the axis of the cone : so that each of the arcs Aa, Bb, &c., described from the center C, with the respective rays CA, CB, contains the horizontal projection of two edge-points of the timbers, sitting at the same height, as being at the same distance from the center.

In the *Fig. 248*, the same line CA has been taken as the horizontal projection of the crowning line of the dormer window : on a whatsoever point q, a perpendicular q*K* shows the trace or basis of the pediment [trave-line]: carry on it from q at *H* the vertical height *GG*, with its own divisions, and trace the shelving of the pediment *HK*q, with its other size of squareness, whence results the trapezium *HIJK:* the parallels to *K*q, brought through the dividing points of the height, have given on the face *IK* the edge points *a*, *b*, *c*, *d*, &c., sitting at the same height as a, b, c, d, &c., *Fig. 247;* and each of the indefinite parallels to q*H*, *aa*, *bb*, *cc*, *dd*, &c., brought through each of those points, contains too the horizontal projection of two edge-points at the same height, as the ones shown by the respective

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui sont représentés par les arcs respectifs Aa, Bb, &c., mais en tant qu'ils sont tous les deux à même distance du plan vertical qui passerait par la ligne de couronnement.

Pour avoir l'extension réelle de la pièce [la herse], on peut établir une directrice transposée, telle que $H''K''$, *Fig. 249*, sur laquelle on porte la longueur réelle JI, *Fig. 248*, avec ses divisions de J' en I'; on y ajoute ensuite oK de J' en K''; puis, à partir du point K'', on porte de même toutes les divisions a,c,e,g,i,k,m,H, en a',c',e',g',i',k',m',H' : par chacun de ces points de la directrice transposée, on lui élève des perpendiculaires indéfinies $K''K'$, $J''J'$, $a'a$, $b'b$, &c., sur chacune desquelles on porte les distances respectives où se trouve, *Fig. 248*, chacun des angles des quadrilatères, par rapport à la directrice GM de cette figure.

Si l'on renvoyait au plan vertical, chacun à la hauteur qui lui appartient, les angles des quadrilatères de la *Fig. 248*, on aurait, comme la *Fig. 247* les fait voir, quatre nouvelles courbes, qui forment la projection verticale de la même branche, dans la supposition que la base du noulet ait fait un quart de révolution autour de l'axe et soit devenue perpendiculaire au plan vertical de projection, tandis que les projections HIJK, *HIJK*, *Fig. 244* et *248*, supposent la base [ligne de trave] du noulet parallèle au même plan, et cette nouvelle description auxiliaire du même corps pourrait servir, comme celles des *Fig. 245* et *248*, à former celle d'extension, *Fig. 246* et *249*.

157. Dans certains cas, cette sorte de comble doit aussi, à son intérieur, simuler des voûtes : les détails que contiennent les *Fig. 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257* et *258*, montrent le tracé d'une des fermes et d'une voûte sphérique qui lui est adhérente. On voit dans la description verticale, *Fig. 250*, les plates-formes N, N, les blochets R, R, les arbalétriers O, O, l'entrait V, l'aiguille M, &c., comme dans la *Fig. 234*.

La partie de cette description cotée *Fig. 251* fait voir en élévation un quart de la voûte sphérique compartie en caissons; et, dans la description horizontale, la partie cotée *Fig. 252* en montre la retombée. Le tracé des caissons doit se faire simultanément dans les deux figures, comme il suit. A la *Fig. 252*, on tracera les rayonnantes AB, CD, EF, GH, qui, d'une part, aboutiront en B,C,F,G, sur le quart de cercle qui est la retombée de l'arête supérieure de la largeur du champ de la courbe, à la naissance de la voûte; et, d'autre part, en A,D,E,H, au quart de cercle qui marque la retombée du membre extérieur du cadre circulaire au sommet de la voûte. Près des points B,C, F,G, on fixera, en Q,R,S,T,U,V, les largeurs de champ des courbes rayonnantes à leurs naissances; on y joindra le tracé du filet et des panneaux en arrière-corps : on fixera aussi la largeur de champ à la partie supérieure des courbes aux points X,Y,Z, &, &', &''; parce que, d'ordinaire, pour laisser en cette partie aux courbes une force suffisante relativement à l'emploi qu'elles ont à remplir, on ne fait pas rayonnantes les lignes de largeur VX,UY, &c. Après avoir tracé, dans la *Fig. 251*, à une largeur de champ au-dessus du bandeau d'imposte, la droite EF, on portera du point E sur la courbe la hauteur qu'on veut donner aux premiers caissons, par exemple a b; au-dessus de b, une demi-largeur de champ donnera le point H, par lequel on tracera HG parallèle à l'imposte CD : avec le rayon GH on décrira du centre C, *Fig. 252*, le quart de cercle $JKNO$, qui sera la retombée de la ligne-milieu du champ au-dessus des premiers caissons. Après avoir marqué près de cette dernière les retombées des arêtes, on tracera la largeur du champ et ses filets; ce qui achevera la projection horizontale des premiers caissons. On opérera de même pour le tracé des seconds et troisièmes, dans l'une cc, dd, u. s. w. nach qH geführt worden sind, ebenfalls die horizontalen Projectionen zu zwei Kantenpunkten enthalten, welche an der nämlichen Höhe stehen, wie die an den Bogen Aa, Bb, u. s. w., in so fern sie sich nämlich beide in dem nämlichen Abstande von dem verticalen Plane befinden, welcher durch die Kranzlinie geht.

Um die erweiterte Zeichnung zu erhalten, kann man eine versetzte Directionslinie, wie $H''K''$, *Fig. 249*, anlegen, und auf dieselbe alle wahre Distanzen J,b,d,f,h,j,l,n,I, der *Fig. 248*, von J' nach I' tragen; man fügt sodann oK von J' nach K'' hinzu; trägt aus dem Punkte K gleichergestalt die Theilungen a,c,e,g,i,k,m,H, nach a',c',e',g',i',k',m',H'; führt durch jeden Punkt der versetzten Directionslinie die unbestimmten Perpendicularlinien $K''K'$, $J''J'$, $a'a$, $b'b$, u. s. w., auf welche man die respectiven Abstände trägt, in welchen sich in *Fig. 248*, jeder Winkel der Vierecke in Bezug auf die zu dieser Figur gehörigen Directionslinie GM befindet.

Trüge man in den verticalen Plan die Winkel der Vierecke, *Fig. 248*, und zwar einen jeden an die ihm gehörige Höhe; so erhielte man nach Maasgabe der *Fig. 247* vier neue krumme Linien, welche die verticale Vorstellung des nämlichen Schifters unter der Voraussetzung geben, dass die Kehlbasis ein Zirkelviertel um die Axe beschrieben habe, und mit dem verticalen Projectionsplane perpendicular geworden sey, während die Projectionen HIJK, *HIJK*, *Fig. 244* und *Fig. 248*, die Einkehlbasis [Stuhlwandlinie] mit dem nämlichen Plane parallel annehmen; so dass diese neue Vorstellung des nämlichen Gegenstandes, wie die in *Fig. 245* und *248*, zur erweiterten Zeichnung *Fig. 246, 249*, dienen könnte.

157. In gewissen Fällen können dergleichen Dächer auch in ihrem Innern als Gewölbbogen dienen. Die in den *Fig. 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258*, enthaltenen Zusammensetzungen zeigen die Zeichnung zu einem Binder, so wie zum sphärischen Bogen, den er umgiebt. Die verticale Vorstellung in *Fig. 250*, enthält die Mauerlatten N, N, die Stichbalken R, R, die Stuhlsäulen O, O, den Spannriegel V, die Giebelsäule M, u. s. w., wie in *Fig. 234*.

Der mit *Fig. 251* bemerkte Theil der Zeichnung enthält den Aufriss von einem Viertel des sphärischen Gewölbes, welches in Füllungen eingetheilt ist; der mit *Fig. 252* bemerkte Theil zeigt davon die horizontale Vorstellung : die Füllungen müssen in beiden Figuren folgendermaassen gemeinschaftlich gezeichnet werden. Man zeichnet in *Fig. 252* die strahlenförmigen Linien AB, CD, EF, GH; selbige endigen sich einerseits bei B,C,F,G, auf dem Quadrant, welcher die obere Kante an der Breite des Bügenfeldes am Anfange des Gewölbbogens vorstellt, und andererseits bei A,D,E,H, an dem Quadrant, welcher den äussern Rand der an der Höhe des Gewölbbogens befindlichen zirkelrunden Einfassung vorstellt. Nahe an den Punkten B,C,F,G, bemerke man in Q,R,S,T, U,V, die Flächenbreite der strahlenförmigen Bügen an ihrem Anfange; zeichne die Leiste und hintern Felder; bemerke auch die Flächenbreite an dem obern Bügentheile bei den Punkten X,Y, Z, &, &', &''; denn da die Bügen an diesem Orte eine mit ihrer Bestimmung im Verhältniss stehende Kraft behalten müssen, so werden die Breitenlinien VX,UY, u. s. w., gewöhnlich nicht strahlenförmig gemacht. Hat man zuvörderst in *Fig. 251*, in dem Abstande einer Felderbreite über der Impostleiste, die gerade Linie EF gezogen, so trägt man aus dem Punkte E, auf die Büge, die Höhe, welche die ersten Füllungen erhalten sollen, z. B. a b; über b, wird eine halbe Felderbreite den Punkt H geben, durch welchen man HG mit dem Impost CD parallel zieht; man beschreibt sodann mit dem Radius GH, aus dem Mittelpunkte C, *Fig. 252*, den Quadrant $JKNO$, welcher die Mittellinie an dem Felde über den ersten Füllungen vorstellt. Hat man neben dieser letztern Linie die Vorstellungen der Kanten bemerkt, so zeichnet man die Felder- und Leistenbreite, womit sich die horizontale Projarcs Aa, Bb, &c., but as being at the same distance of the vertical plan passing along the crown-line.

For obtaining the real extent [ledgement], one can establish a transposed directress $H''K''$, *Fig. 249*, and transfer on it the real length JI of the *Fig. 248*, with its divisions from J' at I': thus add to it oK, from J' at K''; and setting off from that point K'', carry on the same manner all the divisions a,c,e,g,i,k,m,H, at a',c',e',g',i',k',m',H': through each of those points of the transposed directress, lift to it indefinite perpendiculars $K''K'$, $J''J'$, $a'a$, $b'b$, &c., on each of which carry the respective distances where, in the *Fig. 248*, each corner of the quadrilaters is from the directress GM.

If one would send back on the vertical plan, each at the height belonging to it, the angles of the quadrilaters of the *Fig. 248*, he could have, *Fig. 247*, four other curves, which form the vertical projection of the same branch, in supposing that the basis of the shorted valley has turned a quadrant on the axe, and that it is now perpendicular to the vertical plan of projection, whilst the projections HIJK, *HIJK*, *Fig. 244* and *248*, suppose that base of the valley parallel to the same plan; and this new auxiliary description of the same timber could be used as the ones of the *Fig. 245* and *248*, for performing the one of extent, *Fig. 246* and *249*.

157. Sometimes, such a roof ought to feign a vault inward : the details contained in the *Fig. 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257* and *258*, show the draught of the one of the trusses, and a spherical vault added to it. The vertical projection, *Fig. 250*, shows the wall-plates N, N, the hammer-beams R, R, the principal rafters O, O, the collar V, the king-post M, &c., as in the *Fig. 234*.

The part of that description quoted *Fig. 251* shows in profile a fourth part of the spherical vault, apportioned into square frames; and, in the horizontal description, the part stamped *Fig. 252* shows the dropping of it. The draught of the frames ought to be made at the same time on both the figures, as it follows. On the *Fig. 252*, trace the rays AB,CD,EF,GH, ending at B,C,F,G, on the quadrant which is the drop of the upper-edge of the breadth of the bordering of the frame, at the rise of the vault; and on the other side, ending at A,D,E,H, the quadrant showing the drop of the exterior limb of the circular frame at the top of the vault. Near to the points B,C,F,G, fix at Q,R, S,T,U,V, the breadth of the curves radiant at their origins; and add to them the draught of the threads and pannels in back-body : fix too the breadth for the superior part of the curves at X,Y, Z, &, &', &'', because, usually, the lines of breadth VX,UY, &c., do not are traced radiant, for reserving to the timbers in that part a strength suitable to their employment. After having traced, in the *Fig. 251*, the straight EF, at one breadth of bordering over the bandow of impost, carry on the curve, from the point E, the height wished for the first curse of frames, a b for instance; from the point b, an half breadth of bordering shall give the point H, and the straight HG, parallel to the impost CD; from the center C, with the ray GH, trace the quadrant $JKNO$, *Fig. 252*, the drop of the middle line of the bordering over the first frames. After having marked, near to that latter, the drops of the edges, draw the breadth of bordering with the threads, what shall perform the horizontal projection of the first run of square frames. The other curses ought to be drawn on the same manner in both the descriptions. The *Fig. 253* shows the one of the superior curves which contains, as to a quadrant of

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et l'autre des descriptions. La *Fig. 253* montre une des courbes supérieures qui contient pour un quart de la circonférence la moulure circulaire, et le champ attenant, qui reçoit les bouts supérieurs des courbes rayonnantes assemblées avec tenon et barbe ralongée dans le filet.

158. L'autre moitié de la description horizontale, *Fig. 254*, montre la plate-forme *N;* la projection des blochets *R, R,* &c., celle des arbalétriers de demi-ferme *O, O,* et de ceux *O', O',* qui n'outrepassent pas la lierne *U;* la projection des courbes rayonnantes *X, X,* &c.; celle des traverses ou entretoises *T, T, T,* t, t, t, et celle d'un chevron de sommité *p*. Pour tailler les courbes rayonnantes, on en fera le tracé comme il suit : d'abord on divisera à volonté l'arc de douelle, comme le montrent les points a, b, c, &c., *Fig. 255;* on portera ces divisions sur une droite a j, *Fig. 256*, supposée ici être la rectification de l'arc : on fera a k perpendiculaire à a j et égale à la retombée a'k' de la demi-largeur à la naissance, *Fig. 254;* on fera pareillement j t perpendiculaire à j a, et égale à la retombée j' t' de la demi-largeur au sommet; puis on menera la droite k t : les autres perpendiculaires élevées des points b, c, &c., donneront les points l, m, &c. En procédant de même avec les divisions d'extrados de la courbe, *Fig. 255*, on tracera encore à la *Fig. 256* la ligne 1, 10, et les points 2, 3, 4, &c. S'il était exigé que les champs fussent rayonnans, on les tracerait conformément à la conduite géométrique pour le développement de la sphère par fuseaux (sect. II, n.° 48). Les bois étant primitivement débillardés selon les courbes d'intrados et d'extrados, les détails de cette *Fig. 256* sont suffisans pour en tracer les largeurs : mais, dans le cas de l'étude, les deux descriptions auxiliaires, *Fig. 257* et *258*, faciliteront pour concevoir le report des lignes en progressions arithmétiques a k, b l, &c., pour l'intrados, et celles *a* 1, *b* 2, &c., pour l'extrados.

Faites a e, *Fig. 257*, parallèle à a e, corde de l'arc d'intrados a b c d e de la *Fig. 255;* par chacun de ces derniers points, menez les droites a a, b b, c c, d d, e e, perpendiculaires à la corde; et ceux de l'extrados 1, 1; 2, 2; 3, 3; 4, 4; et 5, 5: faites ensuite a k, b l, c m, d n, e o de la *Fig. 257* égales à celles a k, b l, &c. de la *Fig. 256;* et, par ces derniers points de la *Fig. 257*, tracez, avec une règle ployante, l'arête k l m n o : l'arête d'extrados 1, 2, 3, 4, 5, même figure, sera pareillement tracée; mais les longueurs *a* 1, *b* 2, &c. seront prises égales à celles qui ont les mêmes caractères dans la *Fig. 256*. On procédera de même pour la *Fig. 258*.

Trait d'une Courbe hyperbolique à la section d'un Comble conique, lequel contient une Voûte sphéroïde.

Lorsqu'un comble conique est coupé par un mur vertical, un pignon, un tuyau de cheminée, &c., la plate-forme ou quelqu'une des liernes, au lieu de former une couronne de cercle complet, est interrompue, et remplacée dans l'interstice par les deux branches d'une courbe hyperbolique verticale, qui n'est pas exactement ce qu'on appelle *noulet*, puisque les assemblages inférieurs des arbalétriers et des chevrons sont dans une des faces verticales de la courbe, au lieu de reposer sur la face supérieure, comme ils reposent sur les plates-formes et les branches des noulets ordinaires.

159. On voit aux *Fig. 259, 262* et *264*, une partie de la description horizontale du comble proposé; les projections d'une ferme complète, d'une demi-ferme, des liernes, du chevronage, et de la courbe demandée *A'A'' a a'*, qui doit tronquer le comble conique étant appliqué contre le mur vertical, qui tronque lui-même la tour cylindrique.

jection der ersten Füllungen endigt. Auf gleiche Weise werden die zweiten und dritten Füllungen gezeichnet. Die *Fig. 253* zeigt eine von den obern Bügen : sie enthält ein Viertel vom zirkelrunden Gesimse, so wie das daran anstossende Feld, in welches die obern Enden der strahlenförmigen Bügen kommen, welche ihrerseits in die Leiste eingezapft sind.

158. Die andere Hälfte des Grundrisses, *Fig. 254*, enthält die Mauerlatte *N*, die Stichbalken *R, R,* u. s. w.; die Stuhlsäulen *O, O*, zum halben Dachstuhle; die Stuhlsäulen *O', O'*, welche über die Fette *U* nicht hinausgehen; die strahlenförmigen Bügen *X, X,* u. s. w., die Querhölzer *T, T, T,* t, t, t, und einen Sparren *p*. Die Zeichnung zum Schnitte der strahlenförmigen Bügen geschieht auf folgende Weise : zuvörderst theilt man nach Belieben den innern Bogen, nach Maasgabe der Punkte a, b, c, *Fig. 255;* trägt diese Theilungen auf eine gerade Linie a j, *Fig. 256*, welche hier als die Rectification des Bogens betrachtet wird; man macht ferner a k mit a j perpendicular, und gleich a'k', halbe Breite am untern Ende des Bogens *Fig. 254;* ferner macht man j t perpendicular mit j a, und gleich j't', halbe Breite an der Höhe, und zieht die gerade Linie k t; worauf die andern aus den Punkten b, c, u. s. w. aufgerichteten Perpendicularlinien die Punkte l, m, u. s. w. geben werden. Auf gleiche Weise verfährt man bei den Punkten an der äussern Bogenseite, *Fig. 255;* und zeichnet in *Fig. 256* die Linie 1, 10, nebst den Punkten 2, 3, 4, u. s. w. Werden strahlenförmige Felder verlangt, so zeichnet man sie nach der Verfahrungsweise, welche wir für die Ausführung der Sphäre mit Spindeln (Abschnitt II, N.° 48) angegeben haben. Ist das Holz nach Erforderniss des innern und äussern Bogens ausgeschnitten, so reichen die in dieser *Fig. 256* enthaltenen Vorstellungen zur Zeichnung der Breite hin; für das Studium aber erklären die zwei zugegebenen Vorstellungen *Fig. 257* und *258* den Uebertrag der Linien in arithmetischen Progressionen, a k, b l, u. s. w., für die innere Bogenseite, und *a* 1, *b* 2, u. s. w., für die äussere.

Man mache a e, *Fig. 257*, parallel mit a e, welches die Sehne des innern Bogens a b c d e der *Fig. 255* ist; ziehe durch jeden von diesen letztern Punkten die geraden Linien a a, b b, c c, d d, e e, perpendicular mit der Sehne; so wie die Punkte des äussern Bogens 1, 1; 2, 2; 3, 3; 4, 4; 5, 5; mache sodann a k, b l, c m, d n, e o, *Fig. 257*, gleich a k, b l, u. s. w., *Fig. 256*, und ziehe durch diese letztern Punkte der *Fig. 257*, mit einem biegsamen Lineal die Kante k l m n o; zeichne ferner die äussere Bogenkante 1, 2, 3, 4, 5, in derselben Figur; wobei aber die Längen *a* 1, *b* 2, u. s. w., denjenigen gleich genommen werden, welche in *Fig. 256*, mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet sind. Bei der *Fig. 258* verfährt man auf die nämliche Weise.

Zeichnung einer hyperbolischen Büge, welche sich an dem Abschnitte eines conischen, mit einem sphärischen Gewölbe versehenen Daches befindet.

Wird ein conisches Dach von einer verticalen Mauer, einem Giebel, Schornsteine, u. s. w., durchschnitten, so kann die Mauerlatte oder eine von den Fetten, keine vollkommene Rundung bilden; so dass nun an diesem Orte eine Lücke entsteht, welche durch eine hyperbolische Büge ausgefüllt wird; jedoch ist diese letztere keine sogenannte *Kehle*, indem die Stuhlsäulen und Sparren mit ihren untern Enden in eine von den verticalen Flächen der Büge eingesetzt werden, und nicht auf der obern Seite derselben ruhen, wie sie es auf den Mauerlatten und gewöhnlichen Kehlschiftern thun.

159. Die *Fig. 259, 262* und *264* enthalten einen Theil vom Grundrisse des gegebenen Daches; ferner die Ansichten von einem ganzen und einem halben Binder, von einer Fette, von dem Sparrenwerke und der gegebenen Büge *A'A'' a a'*, welche das conische Dach stumpfen soll, weil sie an der Mauer anliegt, welche ihrerseits das cylindrische Dach stumpft.

the circle, the circular moulding and the next bordering breadth, which is to receive the upper-ends of the radiant curves, framed with tenon barbed on the thread.

158. The other moiety of the horizontal description, *Fig. 254*, shows the projection of the wall-plate *N*, the hammer-beams *R, R,* &c., the rafters of half-truss *O, O,* and *O', O'*, ending at the purlin *U;* the radiant curves *X, X,* &c.; the quarters *T, T, T,* t, t, t, and a top's rafter *p*. In order to cut the radiant curves, draw them as it follows : forthwith divide at will the interior arc [sweep intrados], as show a, b, c, &c., *Fig. 255;* carry that divisions on a straight a j, *Fig. 256*, the rectification of the arc : make a k perpendicular to a j, and equal to the drop a'k' of the half-breadth of the origin, *Fig. 254;* make too j t perpendicular to a j, and equal to the drop j' t' of the breadth at the top; and bring the straight k t : the other perpendiculars lifted from the points b, c, &c., shall give like the points l, m, &c. By employing on the same manner the exterior arc [extrados] of the curve, *Fig. 255*, you shall trace on the *Fig. 256* the line 1, 10, and find the points 2, 3, 4, &c. If it would be required that the borderings of the frames should be radiant, they could be drawn according to the geometrical method of the unfolding [Iedgement] of the sphere by spindles (Section II, n.° 48). The timbers being first arched [unbulked] accordingly to the moulds of the interior and exterior curves [intrados and extrados], the details of that *Fig. 256* suffice for tracing their breadthes; but as to study, the auxiliary descriptions, *Fig. 257* and *258*, shall enable any man to conceive the carrying of the lines arithmetically progressive a k, b l, &c., for the sweep, and *a* 1, *b* 2, &c., for the extrados.

Take a e, *Fig. 257*, parallel to a e, the cord of the sweep [intrados] a b c d e of the *Fig. 255;* through each of those latter points, bring perpendiculars to the cord a a, b b, c c, d d, e e; and the ones of the extrados 1, 1; 2, 2; 3, 3; 4, 4; 5, 5 : then carry a k, b l, c m, d n, e o of the *Fig. 256*, on the perpendiculars like stamped in the *Fig. 257;* and through those latter points, by means of bending rule, draw the edge k l m n o : the external edge 1, 2, 3, 4, 5, shall be traced on the same manner; but the distances *a* 1, *b* 2, &c., shall be made equal to the ones stamped with the same letters on the *Fig. 256*. It ought to be proceeded alike as to the *Fig. 258*.

Draught of an hyperbolical Curve at the section of a conical Roof, which contains a spheroïdal Vault.

When a conical roof is cut by a vertical wall, gable-end, funnel, &c., the wall-plate, or some purlin, instead of fulfilling a circular crown, is broken off, and replaced in such interstice with both the branches of an hyperbolical curve, which cannot be considered as a true *shorted valley*, since the under-framings of the rafters are into the one of the vertical faces of the curve, instead of laying on the upper-face, as on the ordinary shorted valleys or wall-plates.

159. See, *Fig. 259, 262* and *264*, a part of the horizontal description of the proposed roof, the projections of a complete truss, half-truss, purlins, raftering, and of the searched curve *A'A'' a a'*, which is to terminate the conical roof, and be applyed along the vertical wall, which cuts the cylindrical tower.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La *Fig. 260* est la description verticale des mêmes objets, où l'on doit remarquer le trapèze H 1, 16, 15, formant la projection verticale de la courbe proposée. Sa hauteur H 15, ayant été divisée en parties égales, a donné les transversales HI, GJ, FK, EL, DM, &c., dont les intersections sur le cintre primitif, marqué par la jambette QL, ont été renvoyées par des parallèles à l'axe, dans la description horizontale, en *Q, P, O*, &c., *Fig. 264.*

160. Le parallélogramme H, 1, 2, *h*, étant la section verticale produite par un plan passant par le sommet de la courbe et par l'axe du cône, on voit que le côté H 1 des deux figures se confond avec l'apothème [la ligne de lattis] A Y', et le côté *h* 2 de la seconde avec la ligne 12, *h*, qui est à la surface du lambrissage : les quatre points H, *h*, 1, 2 sont donc ceux de sommité des quatre arêtes hyperboliques de la courbe; et les projections horizontales seront *H*, 1, de la *Fig. 262*. Nous devons ici faire observer que les points H, *h*; 1, 2, sont éloignés de l'axe dans la *Fig. 260*, comme ils le sont en *H* 1 dans la *Fig. 262*; et que, sur le prolongement du rayon *YA*, même figure, ils sont représentés par les points h, 1, *h*, 2, *Fig. 263*, à la même distance du point *A* qu'ils sont éloignés de la ligne de base [ligne de trave] A P dans la *Fig. 260:* ce que montrent évidemment les points H', 1, *h*, 2, du rayon A H', qui est sur le prolongement de la ligne de base, puisque ce sont les quarts de cercle tracés du centre A aux diverses hauteurs des transversales qui ont donné ces points sur ce rayon A H': ainsi la ligne h 1 *h* 2, *Fig. 263*, forme réellement le sommet de la description d'extension de la courbe cherchée. On voit aussi que les autres points F, E, D, &c. de cette *Fig. 261*, ont été trouvés de la même manière pour transporter à la *Fig. 263* les divers points de hauteur de la *Fig. 260.*

On peut se procurer de la même manière les projections horizontales et d'extension de la section verticale qui passerait à tout autre endroit de la courbe, par exemple, en celui qui est à la hauteur G, *Fig. 260:* on renverra ce point, par une parallèle à l'axe, en *G*, *Fig. 262;* puis en *G'*, par un arc de cercle décrit de *Y* comme centre avec le rayon *YG*. Le rayon *YG'* 3' donnera, dans sa portion *G'* 3', la projection horizontale de la section verticale de la courbe à la hauteur G. On supposera que ces points ont tourné autour de l'axe avec l'apothème qui y passe, jusqu'à ce qu'ils soient parvenus en *G* et 3, en décrivant du centre *Y*, avec le rayon *Y* 3', l'arc 3'3 : on menera parallèlement à l'axe la droite 3, 3; et le parallélogramme G*g* 3, 4, sera la projection verticale de la section de la courbe faite à la hauteur du point G. Pour la transporter dans la description d'extension, *Fig. 263*, on y reportera les quatre angles G, *g*, 3, 4, comme on a fait ceux de H, *h*, 1, 2; et, d'un autre côté, par les points *G'* et 3' de la *Fig. 262*, on menera parallèlement à *H*h les droites *G'*g, 3'3'', lesquelles, par leurs rencontres respectives chacune avec les deux lignes de report qui lui appartiennent, donneront pour points de passage des arêtes sur la description d'extension g, *g'*, 3'', 4'.

On suivra le même procédé sur autant de sections qu'on voudra avoir de points pour tracer chacune des quatre arêtes hyperboliques.

161. Les arbalétriers et chevrons qui viennent aboutir sur cette courbe, s'y assemblent sur le plan vertical que présente celle de ses faces qui est tournée vers l'axe, où ils occuperont des quadrilatères dont les côtés verticaux seront donnés par des droites menées aussi parallèlement à *H*h, des points que leurs retombées produiront dans la description horizon-

In *Fig. 260* sind die nämlichen Gegenstände im Aufrisse enthalten; wir sehen daselbst das Trapezium H 1, 16, 15, welches die gegebene Büge vertical darstellt. Aus der Höhe H 15, welche in gleiche Theile getheilt worden ist, haben sich die Querlinien HI, GJ, FK, EL, DM, u. s. w., ergeben. Ihre auf dem Bogen, welchen das Stützholz QL anzeigt, Statt gehabten Durchschneidungen sind durch die mit der Axe parallel laufenden Linien in den Grundriss *Fig. 264*, nach *Q, P, O*, u. s. w., herübergetragen worden.

160. Das Parallelogramm H, 1, 2, *h*, ist der verticale Durchschnitt; der Plan wodurch derselbe geschehen ist, geht durch die Höhe der Büge und durch die Kegelaxe. Die Seite H 1, der beiden Figuren verschmilzt sich, wie man sieht, mit dem Apothem (der Lattenlinie) A Y', und die Seite *h* 2, der zweiten Figur mit der Linie 12, *h*, welche sich auf der Oberfläche der Verschalung befindet. Die vier Punkte H, *h*, 1, 2, sind folglich die Höhenpunkte der vier hyperbolischen Bügenkanten; die horizontalen Vorstellungen derselben sind *H*, 1, *Fig. 262*. Wir bemerken hierbei, dass in *Fig. 260* die Punkte H, *h*; 1, 2, eben so weit von der Axe abstehen, wie bei *H* 1, *Fig. 262*; und dass sie in der nämlichen Figur auf die Verlängerung des Radius *YA*, vermittelst der Punkte h, 1, *h*, 2, *Fig. 263*, in demselben Abstande von dem Punkte *A* dargestellt worden sind, in welchem sie von der Grundflächenlinie (Stuhlwandlinie) A P, *Fig. 260* stehen; dieses erhellt deutlich aus den Punkten H', 1, *h*, 2, des Radii A H', welcher sich auf der Verlängerung der Grundflächenlinie befindet; es sind nämlich die aus dem Centro A, nach den verschiedenen Höhen der Querlinien gezogenen Quadranten, welche diese Punkte auf dem Radius A H', gegeben haben. Diesem zufolge bildet die Linie h 1 *h* 2, *Fig. 263*, die wahre Höhe zur erweiterten Zeichnung der gesuchten Büge. Auch sieht man, dass die übrigen Punkte F, E, D, u. s. w., *Fig. 261*, auf die nämliche Weise gefunden, und sodann die verschiedenen Höhenpunkte der *Fig. 260* nach *Fig. 263* getragen worden sind.

Auf gleiche Weise erhält man die horizontale und erweiterte Vorstellung des verticalen Abschnitts, welcher auf der Büge durch jeden andern Ort gienge, z. B. durch denjenigen, welcher sich an der Höhe G, *Fig. 260* befindet; man trägt diesen Punkt vermittelst einer mit der Axe parallelen Linie nach *G*, *Fig. 262*, und sodann nach *G'*, vermittelst eines aus *Y*, als Centrum beschriebenen Zirkelbogens, dessen Radius *YG* ist. Der Radius *YG'* 3', giebt bei *G'* 3', die horizontale Vorstellung der horizontalen Bügensection an der Höhe G. Es wird hierbei angenommen, dass diese Punkte sich mit dem Apothem, welches da durch geht, so lange um die Axe herumgedreht haben, bis sie nach *G* und 3 gekommen sind; wobei sie aus dem Centro *Y*, mit dem Radius *Y* 3', den Bogen 3'3 beschreiben. Man ziehe sodann parallel mit der Axe die gerade Linie 3, 3; worauf das Parallelogramm G*g* 3, 4, die verticale Vorstellung der an der Höhe des Punktes G geschehenen Bügensection seyn wird. Um dieselbe in die erweiterte Zeichnung *Fig. 263* überzutragen, so bringe man dahin die vier Winkel G, *g*, 3, 4, wie man es mit H, *h*, 1, 2 gemacht hat, und ziehe ferner durch die Punkte *G'* und 3' der *Fig. 262* parallel mit *H*h die geraden Linien *G'*g, 3'3'', von denen eine jede mit den beiden Uebertragungslinien, welche zu ihr gehören, zusammentrifft, und woraus sich auf der erweiterten Zeichnung die Punkte g, *g'*, 3'', 4' als Kantenpunkte ergeben.

Die nämliche Verfahrungsweise wird bei so viel Sectionen beobachtet als Punkte zur Zeichnung der vier einzelnen hyperbolischen Kanten erfordert werden.

161. Die auf diese Büge zu stehen kommenden Stuhlsäulen und Sparren werden auf dem verticalen Plane eingesetzt, der an der nach der Axe zu gerichteten Seite zu sehen ist, woselbst sie in die viereckigen Oeffnungen eingesetzt werden, deren verticale Seiten man durch gerade Linien erhält, welche parallel mit *H*h, aus den Punkten gezogen

The *Fig. 260* is a vertical description of the same things, where ought to be remarked the trapezium H 1, 16, 15, the vertical projection of the asked curve. The height H 15, being divided into equal parts, gives the transverse lines HI, GJ, FK, EL, DM, &c., whose intersections with the primitive center of the ashleer QL have been projected on the horizontal description by means of parallels to the axe at *Q, P, O*, &c., *Fig. 264.*

160. The parallelogram H, 1, 2, *h*, being the vertical section made into the curve by a plan passing through the summit and along the axe of the cone, it is plain that the side H 1 of both the figures is confounded with the conical apothem A Y' [lathing], and the side *h* 2 of the latter, with the line 12, *h* [ceiling]: then the four points H, *h*, 1, 2, are the summits of the four hyperbolical edges of the curve whose horizontal projections are *H*, 1, *Fig. 262*, which are distanced from the axe *Y*, as H, *h*, 1, 2, on the *Fig. 260;* but, on the lengthening of the ray *YA*, *Fig. 263*, the same points are represented at h, 1, *h*, 2, distanced from the point *A*, as they are from the base-line A P, *Fig. 260;* what is plainly shown by means of the quadrants described from the center A, which carry the diverse heights of the transverse lines on A H', the lengthening of the trave-line A P. Thus the line h 1 *h* 2, *Fig. 263*, is really the summit of the extent's description [ledgement] of the searched curve. That *Fig. 261* shows also that the other points F, E, D, &c., have been found on the same manner for carrying on the *Fig. 263* the diverse points of height of the *Fig. 260.*

On the same manner shall be performed the horizontal projection and ledgement of the vertical section passing through a whatever point of the curve, for instance, at the height G, *Fig. 260:* by the means of a parallel to the axe, that point shall be projected at *G*, *Fig. 262;* and after at *G'*, by means of an arc described from the center *Y*, with the ray *YG*. Then the ray *YG'* 3' shall give, on its part *G'* 3', the horizontal projection of the vertical section of the curve at the height G. You shall suppose that those points have turned round the axe with the apothem belonging to them, and arrived at *G* and 3, by tracing the arc 3'3 from the center *Y* with the ray *Y* 3': after, you shall bring 3, 3 parallel to the axe; then, the parallelogram G*g* 3, 4 shall be the vertical projection of the same vertical section passing at the height G of the curve. In order to carry it on the description of extent, *Fig. 263*, the four angular points G, *g*, 3, 4, shall be projected there on the same manner, as the points H, *h*, 1, 2; and from another side, the straights *G'*g, 3'3'', shall be brought parallely to *H*h, through the points *G'* and 3' of the *Fig 262;* thus the respective intersections of those latter lines with both the carryed ones belonging to each of them, shall give for points of passage of the edges in the description of extent g, *g'*, 3'', 4'.

The same construction shall be employed for as much sections of the curve, as shall be wished for tracing each of the four hyperbolical edges.

161. The rafters and principal rafters ending at such a curve frame into the vertical side of it, which seat over against the axe, and occupy there quadrilaters whose vertical sides are given by straights parallel to *H*h, brought through the drops of that rafters on the line *HA'* in the horizontal description, *Fig. 262*, as 19, 20, 21, &c.; the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tale sur la ligne HA', *Fig. 262*, tels que 19, 20, 21, &c.; les autres côtés des occupations sont déterminés par les arêtes de la même surface de la courbe; les mortaises seront tracées dans ces occupations, et leur direction d'enfoncement suivra celle du délardement supérieur.

162. Le procédé sera encore le même pour tracer la jambette T, qui forme l'arc de naissance de la voûte: car les points $Q, P, O,$ &c., dans la *Fig. 264*, seront éloignés du point Y comme ils le sont de l'axe dans la description verticale, *Fig. 260*, où est tracée l'ellipse, cintre primitif de la voûte. Si, de même, au moyen d'arcs de cercle décrits du centre Y, on fait leur report sur la projection horizontale de la courbe $A'aa'A''$, on aura les divers points pour tracer la courbure de la jambette qui doit être appliquée au dessin d'extension de la courbe, *Fig. 263*. Les points reportés ainsi dans la *Fig. 262*, de la manière que nous venons de l'expliquer, sont Q', P', &c. sur la trace $A'a$ de la face de la courbe du côté de l'axe. Pour les reporter à la *Fig. 263*, il suffit de mener par ces points de nouvelles parallèles à Hh, dont les intersections q, p, o, n, m, I, sur les mêmes transversales qui ont servi au tracé de la courbe, serviront pour tracer à la main l'arête qpo, &c., qui est celle de la face du côté de l'axe : mais il faut bien observer que, dans cette dernière figure, la droite $a'a''$ étant la trace qui se confond avec celle de la base du comble, puisqu'elle est à même hauteur, il faut reporter au-dessous d'elle la portion de hauteur pq de la jambette, comme elle est en QP, *Fig. 260*, afin que son pied repose sur la portion de dérasement qui est faite au niveau de l'arête supérieure de l'imposte intérieure où commence la voûte. On opérera de même pour tracer l'autre face de la jambette.

Trait de la Courbe d'un Noulet parabolique dans un Comble conique contenant une Voûte sphéroïde.

163. La configuration des parties supérieures des murs et celle des pièces de bois qui composent la ferme complète et les acccessoires pour la voûte, *Fig. 265*, étant tracées comme nous l'avons expliqué pour les figures qui précèdent; on tracera sur ce profil de ferme la ligne 17 &, qui marque le lattis du comble droit qui pénètre le comble conique (n.° 146); on menera à cette droite une parallèle AU espacée de la dimension d'écarrissage du bois qu'on veut mettre en œuvre : ces deux parallèles et celles qui montrent la face verticale de l'arbalétrier, formant le parallélogramme AC 18, 17; on a tracé, par les points A, C, deux transversales Aa, cc, et les autres transversales $ee, gg, ii,$ &c., espacées par paires comme les deux premières, mais dont le nombre et la position de chaque paire peuvent être pris arbitrairement. Les points 2, 3, 4, 5, &c. ont été de même donnés par les transversales sur la portion de la demi-ellipse qui est le cintre primitif de la voûte. Nous observons qu'en cet exemple le parallélisme des lignes AU, au, et l'égalité de leurs subdivisions, ont permis de faire usage des points a, c, e, g, &c., reportés, au moyen d'arcs de cercle, en a', c', e', g', &c., pour servir au tracé de la description d'extension [de la herse].

Par tous ces divers points, on a mené des droites parallèles à l'axe : leurs intersections sur le rayon uY de la description horizontale, *Fig. 266*, ont donné, savoir : ceux de la trace AU de la projection verticale, $A, B, C, D,$ &c.; et ceux de la trace 17, &, ont donné 17, 18, 19, &c. : ceux de l'apothème Au, *Fig. 265*, sont aussi cotés des mêmes caractères littéraux et numériques sur le rayon uY de la *Fig. 266*. On procédera de même pour ceux de la *Fig. 267*.

werden, welche im Grundrisse auf der Linie HA', *Fig. 262* enthalten sind; als z. B.: 19, 20, 21, u. s. w.; die übrigen Seiten dieser Oeffnungen werden durch die Kanten der nämlichen Bügenfläche bestimmt. Die Zapfenlöcher, welche in diese Oeffnungen eingeschnitten werden, müssen eine solche Gestalt erhalten, welche mit der Richtung des einzusetzenden Holzes im Verhältnisse steht.

162. Die Zeichnung des Stützholzes T, an welchem der Bogen seinen Anfang nimmt, wird wiederum nach derselben Verfahrungsweise ausgeführt: denn die Punkte $Q, P, O,$ u. s. w., *Fig. 264*, stehen von dem Punkte Y so weit ab, als sie im Aufrisse *Fig. 260*, wo die Ellipse oder der Gewölbbogen gezeichnet ist, von der Axe abstehen. Trägt man dieselben nun durch Zirkelbogen, welche aus dem Mittelpunkte Y beschrieben werden, auf die horizontale Vorstellung der Büge $A'aa'A''$; so erhält man die verschiedenen Punkte, wonach man die Biegung des Stützholzes zeichnet, welches bei der erweiterten Zeichnung der Büge *Fig. 263* angewendet wird. Die solchergestalt nach *Fig. 262* getragenen Punkte sind Q', P', u. s. w., auf der Linie $A'a$, an der Seite der Büge nach der Axe zu. Um sie nach *Fig. 263* überzutragen, so braucht man bloss neue, mit Hh parallele Linien durch diese Punkte zu ziehen; ihre auf den nämlichen Querlinien, wonach die Zeichnung der Büge Statt hatte, geschehenen Durchschnitte q, p, o, n, m, I, diesen sodann zur Zeichnung der Kante qpo u. s. w., welche sich auf der Seite nach der Axe zu befindet. Da nun aber in dieser letztern Figur die gerade Linie $a'a''$ diejenige Linie ist, welche sich mit der an derselben Höhe befindlichen Dachgrundflächenlinie verschmilzt; so muss man den Höhentheil pq des Stützholzes unter dieselbe bringen, wie es bei QP, *Fig. 260* der Fall ist, damit der Fuss auf demjenigen Flächentheile ruhe, welcher am Anfange des Bogens mit der obern Kante des innern Imposts einerlei Höhe hat. Die andere Seite des Stützholzes wird auf gleiche Weise gezeichnet.

Zeichnung der Büge an einer parabolischen Kehle, welche sich in einem conischen mit einem sphärischen Gewölbe versehenen Dache befindet.

163. Sind die obern Theile der Mauern nebst den zum vollständigen Binder gehörigen Hölzern, so wie die accessorischen Theile des Gewölbes, *Fig. 265*, auf vorstehend angegebene Weise gezeichnet worden, so zieht man auf diesem Binderprofile die gerade Linie 17 &; sie bezeichnet das Lattenwerk an dem geraden Dache, welches in das conische hineingeht (N.° 146); man führt sodann zu dieser geraden Linie eine Parallellinie AU, in dem Abstande der Dicke, welche das anzuwendende Holz erhalten soll. Diese beiden Parallellinien bilden mit denjenigen, welche die verticale Fläche der Stuhlsäule bezeichnen das Parallelogramm AC 18, 17. Durch die Punkte A, C, zieht man die zwei Querlinien Aa, cc, nebst den übrigen Querlinien ee, gg, ii, u. s. w., welche zwar, wie die ersten, paarweise geordnet sind, deren Anzahl und Stellung aber willkührlich ist. Die Punkte 2, 3, 4, 5, u. s. w., ergeben sich aus den Querlinien auf dem Theile der halben Ellipse, welche den Gewölbbogen vorstellt. In diesem Exempel verstattete die parallele Stellung der Linien AU, au, so wie die Gleichheit ihrer Unterabtheilungen den Gebrauch der Punkte a, c, e, g, u. s. w., welche durch Zirkelbogen nach a', c', e', g', u. s. w., herüber getragen worden sind, um zur Ausführung der erweiterten Zeichnung zu dienen.

Durch diese sämmtlichen Punkte sind gerade Linien mit der Axe parallel gezogen worden. Ihre auf dem Radius uY des Grundrisses *Fig. 266* Statt gehabten Durchschnitte haben in der verticalen Vorstellung für die auf der Linie AU befindlichen Punkte, A, B, C, D, u. s. w., und für die auf der Linie 17, &, stehenden Punkte, 17, 18, 19, u. s. w., gegeben. Die Punkte auf dem Apothem Au, *Fig. 265*, sind auf dem Radius uY, *Fig. 266*, mit den nämlichen Buchstaben und Zahlen bezeichnet. Bei *Fig. 267* verfährt man eben so.

other sides of that occupations are determined by the edges of that same face; the mortises shall be traced on such a manner, that the direction of the grooving follows the one of the superior shaving [unlarding].

162. The same method ought to be employed to draw the ashleer T, which forms the arc of rising of the vault : indeed the points $Q, P, O,$ &c. of the *Fig. 264*, are distanced from Y as they are from the axe in the *Fig. 260*, where is traced the ellipsis, the primitive center of the vault. By means of arcs described from the center Y, carry them on the horizontal projection of the curve $A'aa'A''$, and you shall have the diverse points for tracing the curvity of that ashleer which is to be applyed to the extent's draught of the curve, *Fig. 263*. The so carryed points on the *Fig. 262* are $Q, P,$ &c. on the trace $A'a$ of the face of the curve seated towards the axe. In order to carrying them on the *Fig. 263*, it suffices to bring through that points new parallels to Hh, whose intersections q, p, o, n, m, I, with the same transverse lines which are used for the draught of the curve, shall be the passage's points for tracing the edge qpo, &c., which is the one towards the axe : but it is to be remarked, that, in the latter figure, the straight $a'a''$ expressing the trace of the base of the roof, as seated at the same height, the part pq of the height of the ashleer is to be carryed under that line, as it is in QP, *Fig. 260;* so that its foot might lay on the levelness of the superior edge of the interior impost, the origin of the vault. The other face of the ashleer shall be draught on the same manner.

Draught of the Curve of a parabolical shorted Valley in a conical Roof containing a spheroïdal Vault.

163. The shape of the superior parts of the walls, and timbers composing the complete truss, with the accessories belonging to the vault, being traced, *Fig. 265*, as it was explained for the foregoing figures; draw on that profile of truss the straight 17 &, showing the lathing of the plan roof penetrating the conical one (n.° 146); bring to it the parallel AU, distanced accordingly to the squareness of the timbers to be employed : those parallels with both the ones showing the face of the principal rafter, form the parallelogram AC 18, 17; through the points A, C, draw the transverse lines Aa, cc, as well as the other pairs of parallels ee, gg, ii, &c., at wish for the seat and number, but distanced by two as the first ones. The points 2, 3, 4, 5, &c. have been given on the same manner by the same transverse lines on the half ellipsis, the primitive center of the vault. The parallelism and the equality of divisions of the straights AU, au, allow in that example to use the points a, c, e, g, &c., carryed with quadrants on a', c', e', g', &c., for the draught of the extent's description [ledgement].

Trace straights parallel to the axe through all those diverse points : their intersections with the ray uY, on the horizontal description, *Fig. 266*, shall give $A, B, C, D,$ &c., for the trace AU; 17, 18, 19, &c., for the line 17 &; $e, e, g, i,$ &c., for the apothem Au. The same drawing shall be applyed to the *Fig. 267*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

164. Pour tracer dans la description horizontale, *Fig. 266*, la projection de cette courbe, on remarquera que, le parallélogramme A C 17, 18, *Fig. 265*, étant la section faite au sommet de la courbe par un plan vertical passant par l'axe, ces quatre points angulaires, renvoyés à la *Fig. 266* par des parallèles à l'axe, y donneront, sur le rayon Yu, les points 18, 17, A, C, pour la projection horizontale de cette section, et conséquemment des sommets des quatre arêtes paraboliques.

Pour la section verticale de la courbe qui serait faite au point C, on supposera que la courbe ait tourné autour de l'axe jusqu'à ce qu'elle présente ce point C sur l'apothème A u, où il occuperait alors le point c : on renverra donc ce dernier point en c, *Fig. 266*; et Yc sera la distance de l'axe au point C, mais transposée, et qu'il faudra reporter sur la projection de son véritable apothème, au moyen de l'arc cC', terminé à la rencontre de la verticale C C': d'où l'on voit que l'intersection C' est la projection horizontale du point C de la courbe. En raisonnant de même sur les points E, 19 et 18 de la *Fig. 265*, on verra que leurs projections horizontales sont E', 19′ et 18′, obtenus de la même manière, et qu'il en est de même de toutes les sections verticales de la courbe dont on voudra avoir les projections horizontales pour tracer celles des quatre arêtes. Il en sera encore de même de la coupe inférieure [du pas], dont la projection verticale est U& : car, la courbe tournant sur l'axe par la supposition précédente, le point U se placerait sur l'apothème en u, et & en &′; leurs projections dans la description horizontale seront u, &, qui, renvoyés par des arcs de cercle, donneront sur les droites U U', &″ &‴, les points d'intersection pour tracer la projection horizontale des coupes inférieures. Dans cette même description, on voit aussi les points X, 1, 2, 3, &c., espacés du point Y, comme ils le sont de l'axe dans la *Fig. 265*, et qui ont servi au tracé de la projection horizontale de la courbure de la jambette. L'arbalétrier et les chevrons qui aboutissent à cette courbe, y sont aussi tracés rayonnans, mais en lignes ponctuées.

165. Si, par chacun des points de passage qui ont servi, dans la *Fig. 266*, à tracer la projection horizontale des quatre arêtes de la courbe, on mène des droites parallèles au rayon $u Y$, leurs intersections sur les parallèles à l'axe qui ont été menées des points a′, b′, c′, *Fig. 265*, correspondantes à chacune, seront aussi les points de passage pour tracer la description d'extension [la herse] de la courbe, *Fig. 267*, ainsi que des jambettes, comme nous l'avons expliqué (n.° 160) pour la courbe hyperbolique.

Les projections horizontales de l'arbalétrier et des chevrons montrent, dans la *Fig. 266*, les points d'origine de leur arête sur la face de la courbe qui les reçoit; et ces mêmes points se confondent dans les arêtes aussi projetées horizontalement de ladite face : si donc, par ces points, on mène encore des parallèles au rayon $u Y$, leurs intersections sur les arêtes respectives, dans la *Fig. 267*, seront les points ou sommets des quadrilatères dits *occupations;* sur la face d'extension de la courbe, on tracera les mortaises dans ces occupations, et leur direction d'enfoncement suivra la règle indiquée n.° 161, lequel contient aussi l'explication du procédé à suivre pour tracer la jambette.

SOUS-SECTION.

Trait d'un Comble à deux versans, dont la base est un Quadrilatère irrégulier.

A la deuxième section, nous avons expliqué et démontré qu'une croupe triangulaire ne pouvait avoir de gauche, mais qu'un long-pan, dont la ligne

164. Um diese Büge im Grundrisse *Fig. 266* zu zeichnen, bemerke man, dass das Parallelogramm A C 17, 18, *Fig. 265*, nichts anders als die Section ist, welche an der Höhe der Büge vermittelst eines durch die Axe gehenden Planes gemacht worden ist, und dass dadurch diese vier Eckpunkte, welche vermittelst Parallellinien mit der Axe nach *Fig. 266* herübergetragen worden sind, daselbst auf dem Radius Yu, die Punkte 18, 17, A, C, als horizontale Vorstellung dieser Section, und sonach die Höhen zu den vier parabolischen Kanten geben.

Was die verticale Section anbelangt, welche bei dem Punkte C geschehen soll, so nimmt man an, dass die Büge sich so lange um die Axe herumgedreht habe, bis dieser Punkt C auf dem Apotheme A u zum Vorschein kommt, woselbst er den Platz des Punktes c einnimmt. Dieser letzte Punkt wird sodann nach c, *Fig. 266* versetzt; so dass Yc der Abstand der Axe von dem Punkte C ist; allein er ist transponirt, und muss vermittelst des Bogens cC', welcher bis zur Verticallinie C C' geht, auf sein wahres Apothem gebracht werden; man sieht daraus, dass der Durchschnitt C' die horizontale Vorstellung des Punktes C ist. Für die Punkte E, 19 und 18, *Fig. 265*, erhält man auf die nämliche Weise die horizontalen Projectionen derselben, welche sind E', 19′ und 18′. Gleiche Bewandtniss hat es mit allen übrigen verticalen Sectionen, deren horizontale Projectionen man zur Zeichnung der vier Kanten zu haben wünscht. Das nämliche gilt auch von dem untern Schnitte, dessen verticale Vorstellung U& ist; denn der Punkt U nimmt, wenn sich die Büge, wie obgedacht, um die Axe herumdreht, auf dem Apotheme seinen Platz in u, und & in &′; diese Punkte sind im Grundrisse mit u und & bezeichnet; werden dieselben durch Zirkelbogen versetzt, so geben sie auf den geraden Linien U U', &″ &‴, die Durchschnittspunkte, vermittelst welcher die untern Schnitte gezeichnet werden. In dieser Figur stehen, wie man sieht, die Punkte X, 1, 2, 3, u. s. w., so weit von dem Punkte Y ab, wie sie in *Fig. 265* von der Axe abstehen; auch ist nach ihnen die Biegung des Stützholzes gezeichnet worden. Die Stuhlsäule und Sparren, welche bis an diese Büge gehen, sind durch punktirte strahlenförmige Linien dargestellt worden.

165. Wenn durch jeden der Punkte, welche in *Fig. 266* zur Zeichnung der horizontalen Projection der vier Bügenkanten gedient haben, gerade mit dem Radius $u Y$ parallele Linien gezogen werden; so geben ihre Durchschnitte auf den mit der Axe parallelen Linien, welche aus den Punkten a′, b′, c′, *Fig. 265* gezogen worden sind, und mit jedem einzelnen Durchschnitte correspondiren, die erforderlichen Punkte, nach denen die erweiterte Zeichnung der Büge, *Fig. 267* sowohl als der Stützhölzer auf eben die Weise ausgeführt wird, wie solches bei N.° 160 für die hyperbolische Büge angegeben worden ist.

Die horizontalen Ansichten der Stuhlsäule und Sparren zeigen in *Fig. 266* die Punkte, bei denen die Kanten derselben auf der Bügenseite, in welche sie eingesetzt werden, ihren Anfang nehmen; diese Punkte vereinigen sich mit den zu dieser Bügenseite gehörigen Kanten, welche ebenfalls auch horizontal dargestellt sind. Zieht man nun durch diese Punkte mit dem Radius $u Y$ parallele Linien, so werden ihre in *Fig. 267* auf den respectiven Kanten geschehenen Durchschnitte die Höhenpunkte zu den vierseitigen auf der Büge eingeschnittenen Oeffnungen seyn. Die in diese Oeffnungen einzuschneidenden Zapfenlöcher erhalten diejenige Richtung, welche in N.° 161 beschrieben worden ist, woselbst auch die bei der Zeichnung des Stützholzes anzuwendende Verfahrungsweise erklärt worden ist.

BEIABSCHNITT.

Zeichnung eines Daches mit zwei Abhängen und vierseitiger unregelmässiger Grundfläche.

Wir haben im zweiten Abschnitte gezeigt, dass ein dreiseitiger Walmen keine schräge Neigung haben dürfe, und dass diese Eigenschaft bloss bei

164. For designing the horizontal projection of that curve, *Fig. 266*, observe that the parallelogram A C 17, 18, *Fig. 265*, being the section made at the summit of the curve by a vertical plan passing along the axe, those four angular points, projected on the *Fig. 266* by means of parallels to the axe, give there, on the ray Yu, the points 17, 18, A, C, as the horizontal projection of such a section, and consequently of the summits of the four parabolical edges.

As for the vertical section which could pass through the point C, suppose that the curve has turned round the axe untill it presents that point C on the apothem A u, where it then could occupy the point c: thus, that point shall be projected at c, *Fig. 266;* and Yc shall be the real distance of the axe at the proposed point C, but transposed, and to be carryed on the projection of its true apothem by means of the arc cC', ending at the intersection of the vertical C C'; then that point C' is the horizontal projection of the point C of the curve. By arguing alike on the points E, 19 and 18 of the *Fig. 265*, one shall perceive that the horizontal projections of them shall be E', 19′ and 18′, obtained on the same manner; and that it shall be the same for so much vertical sections of the curve, as much one will wish have horizontal projections, for tracing the ones of the four edges. It shall be also the same for the inferior cut [the heel], whose vertical projection is U&; indeed the curve turning round the axe by the fore-supposing, those points should seat themselves, the one on the apothem at u, the other on the ceiling at &′; their projections on the horizontal description, *Fig. 265*, could be u and &, which, carryed with circular arcs on the straights U U' and &″ &‴, give the points intersecting U' and &″ for tracing the horizontal projection of the inferior sections. On the same figure are seen also the points X, 1, 2, 3, 4, &c., distanced from Y as they are from the axe in the *Fig. 265;* and they have been used for designing the horizontal projection of the curvity of the ashleer. The rafters ending at the curve are also traced there radiant, but with dotted lines.

165. Through each of the passage's points which are used in the *Fig. 266* for drawing the horizontal projection of the four edges of the curve, bring parallels to the ray $u Y$; their intersections with the parallels to the axe brought from the points a′, b′, c′, *Fig. 265*, belonging each to each, shall be also the passage's points for tracing the extension's description [Iedgement] of the curve, *Fig. 267*, as well as of the ashleers, according to the explanation made (n.r 160) on the hyperbolical curve.

The horizontal projections of the rafters and principal rafters show, *Fig. 266*, the origin's points of the edges of them on the face of the curve receiving them; and those points are seated exactly on the edges of that said face. Through those points, bring also parallels to the ray $u Y$; their intersections with the respective edges of the *Fig. 267* shall be the angular points of the quadrilaters of the joinings [occupations] on the next face of the curve. The mortises shall be traced into that quadrilaters; and their grooving's direction shall be made according to the n.r 161, which contains also the method for tracing the ashleer.

UNDER-SECTION.

Draught of a Roof with double pouring, on an irregular Quadrilater.

We have enlightened, in the second section, that a triangular roofing-end never cannot be awkward; but as to the sides, when the eaves-lines don't be

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'égout n'est point parallèle à celle du couronnement, est nécessairement gauche, parce qu'il est d'usage d'établir de niveau, et l'égout, et le faîtage. (Voy. le n.° 64, *Fig. 32.*)

166. Soit *ABCD*, *Fig. 268* et *269*, le trapèze qui forme la base du comble, *AB* étant une des lignes d'égout, *DC* l'autre : si l'on divise, suivant l'usage adopté, *AD* et *BC* chacune en deux parties égales, on aura les points *E*, *F*, qui seront ceux des extrémités de la ligne de couronnement *FE*. Ce comble est susceptible d'être construit de plusieurs manières; nous en examinerons seulement deux : 1.° lorsque le comble est supporté par quatre murs, dont deux sont exhaussés en pignons, comme le montre la moitié du plan, *Fig. 268*, et qu'entre ces deux pignons on place une ou plusieurs fermes intermédiaires; 2.° lorsque, les murs étant remplacés par des pans de bois arasés à la hauteur de la base du comble, les chevrons posent sur des sablières, au lieu d'être assemblés sur des plates-formes, et que les extrémités de la couverture sont soutenues par des fermes, au lieu d'être portées par des pignons.

167. La projection horizontale de notre exemple, *Fig. 268*, montre que les chevrons &, &, sont placés perpendiculairement à la ligne de couronnement; ce qui rend leur coupe et leur assemblage au faîtage *EF* semblables à ceux des combles à surfaces planes. En cela nous n'avons pas opéré selon la règle de quelques praticiens, qui veulent que le compassement soit fait, et sur la ligne de couronnement, et sur celle d'égout : mais, en voulant régulariser le chevronage de cette manière, ils multiplient inutilement les difficultés de manipulation, parce qu'alors les chevrons sont déversés, et toutes leurs coupes biaises.

Les *Fig. 270*, *271* et *272*, sont des profils qui montrent, aux extrémités et au milieu du versant, l'épaisseur du mur d'égout *NPQO*, son dérasement supérieur, qui est de niveau, la corniche, les pannes, et chacun des chevrons qui se trouvent à l'endroit où ces profils sont pris dans le plan. Il faut y remarquer que celui de la *Fig. 271* est dessiné en coupe, c'est-à-dire, sur la trace *GH* (ligne milieu de l'épaisseur de la ferme en plan) : cette sorte de dessin a la propriété de montrer les formes qu'ont les assemblages dans l'intérieur des bois.

1.° Si l'on suppose la trace supérieure de la plate-forme donnée dans chacun des trois profils par les intersections *k*, *m*, *o*, de la verticale prolongée du nu du mur et de la ligne du lattis, menée du couronnement à l'arête supérieure de la corniche, on aura, pour cette plate-forme, des épaisseurs croissant depuis l'extrémité la plus large du bâtiment jusqu'à la plus étroite. Mais l'about du chevron, qui vient se confondre avec l'arête de la plate-forme, ne laisse point de bois pour empêcher le glissement du chevron : cette méthode force donc de faire à la coupe du chevron un décollement ou entaille *ghi*, en commissure avec la partie de la surface supérieure de la plate-forme près l'arête; mais ce décollement est pris sur la partie à mordant qu'on réserve ordinairement pour occuper l'entaille de la plate-forme appelée *le pas*. (*Voy.* Coupe en crémaillère, *I.re partie.*) 2°. Dans chacun des trois profils, à partir de la ligne de lattis du chevronage, nous avons mené en dehors des parallèles espacées d'une quantité égale à l'épaisseur de la volige ou latte destinée à opérer le lattis, et les points d'intersection *k*, *m*, *o*, font passer plus haut les traces supérieures de la plate-forme, sur lesquelles on voit les points d'about des chevrons 15, 3, 17, et ceux de gorge 16, 4, 18. Si la portion de cette trace comprise jusqu'à la ligne de lattis du chevronage ne paraissait pas suffisante pour arrêter le glissement du chevron au bout de l'entaille de la plate-forme qu'on appelle *le pas*, on ferait en outre au chevron une entaille comme dans le cas

einer langen Dachseite, deren Dachrinnenlinie mit der Kranzlinie nicht parallel läuft um deswillen Statt haben müsse, weil man die Dachtraufe mit der Giebelfette in wagerechter Linie anzulegen pflegt. (Man sehe N.° 64, *Fig. 32.*)

166. *ABCD*, *Fig. 268* und *269* sey das Trapezium, welches die Dachgrundfläche bildet; so dass *AB* die eine, und *DC* die andere Dachrinnenlinie ist. Theilt man nun, dem eingeführten Gebrauche nach, sowohl *AD*, als *BC* in zwei gleiche Theile, so erhält man die Punkte *E*, *F*, welche die Endpunkte an der Kranzlinie *FE* seyn werden. Dieser Dachstuhl kann zwar auf verschiedene Weise erbaut werden; wir wollen hier aber bloss zwei Arten beschreiben. Bei der ersten nehmen wir an, dass dieser Dachstuhl von vier Mauern getragen wird, wovon zwei oben giebelförmig zu laufen, wie solches aus der Hälfte des Grundrisses in *Fig. 268* zu sehen ist, und dass zwischen diesen beiden Giebeln ein oder mehrere Binder angelegt werden. Bei der zweiten setzen wir voraus, dass anstatt der Mauern Holzwände bis zur Dachgrundfläche aufgeführt worden sind, dass ferner die Sparren nicht in Mauerlatten sondern in Schwellen eingesetzt sind, und dass endlich die äussern Enden des Daches von Bindern und nicht von Giebeln getragen werden.

167. Der Grundriss in *Fig. 268* zeigt, dass die Sparren &, &, mit der Kranzlinie perpendicular angeordnet sind; so dass ihr Schnitt und ihre Verbindung mit der Dachfette *EF*, auf die nämliche Weise geschieht, wie bei Sparren auf flachen Dächern. Hier wollen nun einige Baumeister, dass die Anordnung der Sparren sowohl mit der Kranzlinie als auch mit der Dachrinnenlinie correspondirt, anstatt aber solchergestalt das Sparrenwerk regelmässig zu ordnen, so vermehren sie ganz unnützerweise die bei solchen Arbeiten entstehenden Schwierigkeiten; indem sodann die Sparren gewendet und die Schnitte derselben schief werden. Wir haben aus diesem Grunde eine andere Verfahrungsweise befolgt.

Die in den *Fig. 270*, *271* und *272* enthaltenen Profile zeigen an den äussern Enden und in der Mitte des Daches die Dicke der Dachrinnenmauer *NPQO*, ferner ihre obere wagerechte Fläche, so wie das Karniess nebst den Fetten, und endlich die Sparren, welche sich an demjenigen Orte befinden, wo diese Profile im Grundrisse genommen worden sind. Wir bemerken hierbei, dass der Sparren in *Fig. 271*, im Durchschnitte, nach der Linie *GH*, gezeichnet ist. Diese letztere ist die Mittellinie von der Dicke des im Grundrisse befindlichen Binders. Diese Art von Zeichnung hat das eigene, dass man daraus sieht, wie die Zusammensetzungen im Innern der Hölzer beschaffen sind.

1.° Denkt man sich die obere Linie auf der Mauerlatte, welche in jedem Profile vermittelst der Durchschnitte *k*, *m*, *o*, der aus der Mauer gezogenen Verticallinie, so wie vermittelst der aus dem Kranze nach der obern Kante des Karniesses gezogenen Lattenlinie sich ergeben hat, so erhält man für diese Mauerlatte eine Dicke, welche von dem breitesten Ende des Gebäudes bis zum schmälsten zunimmt; da aber am Ende des Sparrens, welches sich mit der Kante der Mauerlatte verschmilzt, nicht Holz genug übrig bleiben würde um das Ausweichen desselben zu verhindern; so muss an diesem Ende ein Einschnitt *ghi* gemacht werden, mit welchem der obere Theil der Mauerlatte nahe an der Kante derselben verbunden wird. Dieser Einschnitt wird an demjenigen Theile angebracht, welcher zur Ausfüllung des Zapfenloches in der Mauerlatte bestimmt ist. (Man sehe den Zahnschnitt, *Th. I.*) 2.° Bei jedem der drei Profile sind von der Lattenlinie an, ausserhalb derselben, Parallellinien gezogen worden, welche so weit von einander abstehen, als das Lattenbret, auf welches die Latten aufgenagelt werden, dick ist: die Durchschnittspunkte *k*, *m*, *o*, zeigen die obern Linien der Mauerlatte, auf denen die Endpunkte der Sparren 15, 3, 17, so wie die Kehlpunkte 16, 4, 18, zu sehen sind. Sollte der Theil dieser Linie, welche bis zur Lattenlinie geht, das Ausweichen des Sparrens im Zapfenloche der Mauerlatte noch nicht verhindern, so müsste man noch überdies an dem Sparren einen kleinern dem

parallel to the crown; they are necessarily awkward, since those lines are usually levelled. (See the n.° 64, *Fig. 32.*)

166. Let be *ABCD*, *Fig. 268* and *269*, the trapezoidal basis of the roof; *AB* the one of the eaves-lines, *DC* the other: if both the obliques *AD* and *BC* are divided equally, as usual, the middle points *E*, *F*, shall determine the crowning-line *FE*. Such a roof can be framed on diverse manners, whose we will explain only the principal two, viz : 1.rst when the roof is lain on four walls, whose two are raised triangularly in gables, as shows the half-plan, *Fig. 268*, and between those gable-ends are established intermediar trusses; 2.dly when the roof relies on four plastered walls levelled at the roofing-basis, the rafters settling on beams, instead of being framed with wall-plates, and gable-ends on extreme trusses, instead of triangular walls.

167. The horizontal projection of the first example, *Fig. 268*, shows that the rafters &, &, are disposed perpendicularly to the crowning-line *EF*, whence result the same cuts and framings with the ridge-purlin as in the roofs with plain surfaces : what differs from the rule used by some practisers, who prescribe the measuring to be made on the eaves-lines as well as on the crowning one; but the raftering regulated in such a manner increases the difficulties of execution, since such rafters are necessarily warped and awkward at all their surfaces.

The *Fig. 270*, *271* and *272*, are sections made at the middle and ends of the roofing, showing the thickness of the eaves-wall *NPQO*, upper levelled, the cornice, the purlins, and the rafters belonging to each section. It is to be remarked that the *Fig. 271* has been designed as a cut made along the trace *GH*, the middle line of the depth of the truss horizontally projected; because such a draught shows the shapes of the framings into the inwards of the timbers.

1.rst If you suppose that the superior trace of the wall-plate might be determined in each of the three profiles by the intersectings *k*, *m*, *o*, of the lathing-lines brought through the crown to the superior cornice's edge, and the vertical lengthened of the wall's exterior, such a wall-plate shall have an increasing thickness from the broadest extremity of the building till to the closest part. But the but-end of the rafter, being confounded with the edge of the wall-plates, does not let any part of the timber for keeping the rafter from slipping : it is then indispensable to cut at the foot of the rafter an unnecking or notch *ghi*, for joining with the upper-part of the wall-plate, near to the edge; and such a notch is made into the matter reserved for occupying the grooving of the wall-plate said *the pace*. (See the cut rakwise into the I.rst part.) 2.dly On each of those three profiles, from the lathing-line of the raftering, we have brought outwards parallel straights distanced accordingly to the thickness of the lathes or boards to be employed for lathing, and through the so raised intersecting points *k*, *m*, *o*, have designed the superior traces of the wall-plate, where are the points of the rafter's but-end 15, 3, 17, and of the neck 16, 4, 18. If the part of that trace contained till to the lathing-line of the raftering does not appear sufficiently keeping the rafters from slipping into the grooving or *pace* of the wall-plate, you shall make farther to the rafter a notch like the foregoing, but lesser; otherwise, you shall take at will, on the ver-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

précédent, mais plus petite; ou bien on prendrait à volonté, sur la verticale, un point plus haut que les intersections k, m, o, à égale distance dans chaque profil, ce qui ferait dépasser un peu la plate-forme, que l'on désarêterait ensuite à proportion de l'excédant qu'on lui aurait donné.

Nous observons que, dans cet exemple, la plate-forme étant composée de deux parties, on pourra facilement atteindre à son inégalité d'épaisseur dans une même pièce de bois, en la débitant par un trait de scie oblique à deux de ses surfaces; combinaison simple, et qui n'a pas besoin d'explication. Si l'on se trouvait dans la nécessité d'employer des plates-formes déjà débitées et d'égale épaisseur, un simple garni en tuileau et mortier dessous suffirait pour soutenir les parties qui ne touchent pas au déraisement.

L'éloignement particulier de la ligne d'axe à chacun des points angulaires des sections des pannes dans ces profils, a donné les points de passage des projections horizontales des arêtes desdites pannes dans la *Fig. 268*, mais reportés sur les lignes RQ, MO, qui sont les traces horizontales des profils, *Fig. 270* et *272*, et en partant de la ligne EF, projection horizontale de celle de couronnement.

168. Les surfaces gauches ne pouvant s'appliquer que par une ligne aux surfaces planes; si la droite 21, 22, *Fig. 274*, est la trace d'un plan assez étendu pour recevoir un des versans du comble, la pente dont la projection horizontale est BF, *Fig. 268*, s'appliquera audit plan de C à F, tandis que la pente dont la projection horizontale est AE, même figure, en sera éloignée de la quantité E 23, prise perpendiculairement au plan 21, 22.

Supposons maintenant que la surface gauche soit confectionnée en matière flexible, telle que le plomb laminé, le carton, &c., qui permettrait de détruire son gauche et de rendre la totalité de sa surface contiguë au plan; c'est d'après cette hypothèse que nous avons tracé le développement [la herse] de ce versant, *Fig. 273*; et, quoique le gauche y soit détruit, ce développement n'en donne pas moins les longueurs vraies des chevrons et de l'arbalétrier, parce que le tracé y a été fait comme il suit.

Sur la droite FE, *Fig. 273* et *279*, on a tracé les perpendiculaires JC, GI, KD, espacées comme elles le sont dans les *Fig. 268* et *269*; sur ces dernières figures, on a encore pris EV, qu'on a portée de V en E, et TF, qu'on a portée de T en F: l'éloignement du point A à la ligne KD, ayant aussi été reporté du point K, a donné un point de passage de la droite AX, qui est parallèle à KD; et l'éloignement de B à JC a de même donné la ligne BY parallèle à JC. Après avoir construit les profils respectifs des pentes sur les projections des corniches en frontons *[les ruellées, les dévirures]*, c'est-à-dire, les faces extérieures des pignons AD, BC, on a d'abord pris pour rayon la pente AX, et E pour centre; et l'on a tracé un petit arc de cercle qui a donné le point A; la pente BU a pareillement donné le point B: les lignes EA, AB, BF et FE, montrent l'extension du versant, *Fig. 273*, dont la projection horizontale est la *Fig. 268;* mais on doit concevoir cette extension comme affaissée sur un plan, et n'ayant plus de gauche. 1.° Par le point de passage 14 de la ligne de couronnement, *Fig. 271*, on a tracé la droite jk [le trait carré] perpendiculaire à la trace du lattis 3, 14; et la distance de cette ligne jk à l'about de l'arbalétrier, ayant été reportée de la ligne de couronnement EF sur la ligne HG, *Fig. 273*, a donné le point 1 pour l'about: le point de la gorge, 2; et ceux 5, 6; 7, 8, des mortaises pour les branches de croix de Saint-André, ont été de même reportés d'après leurs distances respectives à la ligne jk, ainsi que l'assemblage supérieur; ce qui a achevé le tracé dudit arbalétrier, qui est vu

vorigen ähnlichen Einschnitt machen, oder auf der Verticallinie einen beliebigen Punkt nehmen, welcher höher wäre als die Durchschnitte k, m, o, und sich bei jedem Profile in gleichem Abstande befände; alsdann würde aber die Mauerlatte ein wenig hervorragen, welches jedoch nichts ausmacht, indem der Vorsprung verhältnissmässig abgeholzt werden kann.

Da in diesem Falle die Mauerlatte theils stärker, theils schwächer ist, so lässt sich diese ungleiche Dicke an einem und demselben Stück Holze durch einen schrägen Sägenschnitt leicht erlangen. Da diese Operation ganz einfach ist, so bedarf sie keiner weitern Erklärung. Wären keine andern als bereits schon gesägte und gleich starke Mauerlatten vorhanden, so reicht eine blosse Unterlage von Ziegelstücken und Mörtel schon hin um die Theile, welche die Mauer nicht berühren, zu tragen.

Der besondere Abstand der Axenlinie von jedem der Winkelpunkte in den Durchschnitten der Fetten, hat die Punkte zu den horizontalen Projectionen der Fettenkanten in *Fig. 268* gegeben; sie sind aber auf die Linien RQ, MO, welche die horizontalen Vorstellungen der in den *Fig. 270* und *272* befindlichen Profile sind, gebracht worden, wobei man von der Linie EF ausgegangen ist, welche die horizontale Vorstellung der Kranzlinie ist.

168. Die schrägen Flächen können mit den ebenen Flächen bloss durch eine Linie in Berührung gebracht werden. Ist die gerade Linie 21, 22, *Fig. 274*, ein Plan, welcher gross genug ist, um eine Dachseite darauf anzulegen, so berührt der Abhang, dessen horizontale Vorstellung BF, *Fig. 268* ist, den gedachten Plan von C bis F; während der Abhang, wovon AE in der gedachten Figur die horizontale Vorstellung ist, davon um die Grösse E 23, welche mit dem Plane 21, 22 perperpendicular genommen ist, entfernt seyn wird.

Wir wollen nun annehmen, dass die schräge Fläche aus einer biegsamen Materie, z. B. aus Blei, Lahn, Pappe, u. s. w., verfertigt wurde, so dass also das Schiefe daran weggebracht, und die ganze Fläche mit dem Plane in Verbindung gesetzt werden kann, nach welcher Voraussetzung die erweiterte Zeichnung dieses Abhanges in *Fig. 273* ausgeführt worden ist; und ohnerachtet daran nichts Schiefes mehr übrig geblieben ist, so ergiebt sich dennoch aus dieser Zeichnung die wahre Länge der Sparren sowohl als der Dachstuhlsäule. Die Verfahrungsweise welche man hierbei beobachtet hat, ist folgende.

Auf der geraden Linie FE, *Fig. 273* und *279*, sind die Perpendicularlinien JC, GI, KD, in dem nämlichen Abstande gezeichnet worden, in welchem sie in den *Fig. 268* und *269* von einander entfernt sind; auf diesen letztern Figuren wurde ferner noch der Punkt EV genommen, und von V nach E getragen, so wie auch der Punkt TF, welcher von T nach F getragen worden ist. Aus der Entfernung von A bis KD, welche von K zurückgetragen worden ist, ergab sich ein Durchgangspunkt zur geraden Linie AX, welche mit KD parallel ist; und aus dem Abstande von B nach JC, die Linie BY, welche mit JC parallel ist. Nachdem zuvörderst die respectiven Profile der Abhänge auf die Projectionen der vordern Karniesse, d. h. die äussern Seiten der Giebel AD, BC, gezeichnet worden sind, so wurde der Abhang AX als Radius, und E als Centrum genommen; es wurde ferner ein kleiner Zirkelbogen gezeichnet, aus welchem sich der Punkt A ergeben hat. Der Abhang BU gab seinerseits den Punkt B: die Linien EA, AB, BF und FE zeigen das ausgedehnte Dach *Fig. 273*, welches in *Fig. 268* im Grundrisse zu sehen ist; man muss sich aber vorstellen als ob diese Ausdehnung abwärts auf einen Plan geschehen sei, so dass nichts Schiefes mehr übrig geblieben ist. 1.° Durch den Punkt 14 in der Kranzlinie *Fig. 271*, ist die gerade Linie jk, perpendicular mit der Lattenlinie 3, 14, gezeichnet worden. Der zwischen jk, und dem Ende der Stuhlsäule begriffene Abstand, welcher von der Kranzlinie EF, auf HG, *Fig. 273* getragen worden ist, hat den Endpunkt 1, den Kehlpunkt 2, so wie die

tical a point superior to k, m, o, equally distanced from them on each profile, whence the wall-plate outing a few, shall be after unedged accordingly to the adopted exceeding.

It is to be observed on that example, that, the wall-plate consisting into two parts, such an inequality can be easily effected into only one timber, with sawing it obliquely to two of its longitudinal faces: such a plain combination no requires any explication. If the given timbers should be already sawed and equally thick, simple tile-wedges with plaster shall sufficiently help the parts raising upper the levelness.

The particular distance of the axe-line from each of the angular points of the purlins's sections in those profiles, has determined the points of passage of the horizontal projections of the edges of that purlins on the *Fig. 268*, but carryed on the straights RQ, MO, the horizontal traces of the profiles, *Fig. 270* and *272*, and from EF, the horizontal projection of the crown-line.

168. The awkward surfaces doing not be able to coincide with a plain one, but along an only line; if the straight 21, 22, *Fig. 274*, is the trace of a plan extent enough for admitting one of the pourings of the roof, the shelving or declivity projected on BF, *Fig. 269*, can be applyed to CF: but the shelving dropped on AE, in the same figure, shall to lose that plan perpendicularly from E to 23.

We then suppose the awkward surface made with a flexible matter, flat-lead, pasteboard, or else, which can leave its awkward and be applyed along the whole surface to the said plan; and, after such a supposing, we have draught the unfolding [ledgement] of that pouring, *Fig. 273;* and, though it might be designed without any awkward, it nevertheless contains the true lengthes of the rafters either principal or small, because it has been draught as it follows.

On the straight FE, *Fig. 273* and *279*, have been brought the perpendiculars JC, GI, KD, distanced as on the *Fig. 268* and *269;* have been taken off, in that latter figures, EV, to be transferred from V to E, and TF, to be carryed from T to F: the distance of the point A from the straight KD, being transferred from K, has given a passage point of the straight AX, parallel to KD; and the distance of B from JC has determined BY parallel to JC. The respective profiles of the shelvings being drawn on the projections of the cornices in pediments, viz, the exterior faces of the gable-ends AD, BC, from the center E, with the shelving AX as radius, a small arc has given the point A; and the shelving BU, the point B: the straights EA, AB, BF and FE, show the extent of the pouring, *Fig. 273*, whose horizontal projection is the *Fig. 268;* but such a ledgement ought to be considered as being sinked down on a plane, and without any awkward. 1.st Through the passage point 14 of the crown-line, *Fig. 271*, has been brought the straight jk [square draught], perpendicular to the lathing-line 3, 14; and the distance of that line jk from the but-end of the principal rafter, being carryed from the crown-line EF on HG, *Fig. 273*, has given the points 1 as but-end, 2 as neck: and 5, 6; 7, 8, for the mortises to receive the branches of the Saint-Andrew's cross, have been carryed according to their respective distances from the straight jk, as well as the superior framing; and then has been completed the draught of such a principal rafter, which is seen on the ceiling face (n.° 113).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à sa face du lambrissage (n.° 113). 2.° Des traits carrés ayant été pareillement faits aux points de couronnement des *Fig. 270* et *272*, on a pris l'éloignement des abouts et des gorges des pas des chevrons, qui ont été de même reportés de la ligne de couronnement sur les lignes respectives MO, RQ; ce qui a donné les points 15, 16; 17, 18, qui, joints par des droites 15, 17; 16, 18, ont donné, sur une surface plane, les longueurs vraies des chevrons extrêmes, et conséquemment les longueurs des chevrons intermédiaires.

169. L'autre moitié de la description horizontale, *Fig. 269*, montre, en $LM'O'N'$, $N'O'Q'P'$, $P'Q'R'S'$, les plans de trois pans de bois qui soutiennent le versant $EDCF$: le chevronage étant le même à ce versant qu'au précédent $AEFB$, on s'est dispensé d'en tracer la projection horizontale.

Si les deux bouts inclinés [ruellées] de ce versant étaient placés [établis] d'à-plomb aux faces extérieures LN', SP', des pans de bois, on pourrait construire les fermes qui doivent entrer dans sa composition avec pannes assemblées dans les arbalétriers, comme le montre la *Fig. 271* de l'autre versant: mais l'obliquité fréquente des eaux de pluie, pouvant sans obstacle couvrir la surface des pans de bois, ainsi que celle des fermes qui sont dessus, amenerait promptement leur corruption; ce qu'on doit éviter, en faisant outre-passer les pannes au-delà des surfaces extérieures des fermes, d'une quantité égale ou inégale à celle de la saillie de l'égout. Pour cet effet, il faut que les pannes soient juxta-posées sur les arbalétriers (par chambrée) [sur tasseau]: la *Fig. 275* montre évidemment ce dispositif, que nous avons déjà expliqué aux pavillons.

170. Au lieu de représenter la ferme intermédiaire, *Fig. 275*, vue à l'une de ses faces verticales, comme le font généralement les dessinateurs du trait, nous l'avons représentée en coupe prise sur la ligne HI, au milieu de son épaisseur. On y voit aussi les coupes du poteau a, de la sablière d'égout b, de l'entrait inférieur c, assemblé à mordant et queue recouverte sur la sablière; de la jambette d, avec ses tenons haut et bas; du chevron e à égout pendant [en queue de vache]; de l'arbalétrier f, de l'esselier g en croix de Saint-André avec son tenon dans l'arbalétrier et son entaille à mi-bois; des pannes h, i, et de leurs tasseaux et chantignoles. En prenant cette coupe pour profil primitif, celle qui reposera sur le pan de bois $R'S'P'Q'$, ayant même hauteur, aura plus de raide; et celle qui sera posée sur le pan de bois $LM'O'N'$, en aura moins: les *Fig. 276* et *277* montrent ces deux pentes, et sont, comme la *Fig. 275*, des coupes prises sur les lignes du milieu de l'épaisseur des fermes qui sont sur les pans de bois. Comme ces dernières sont composées de pièces semblables à celle de l'intermédiaire, la notation qui précède leur est applicable.

On se dispense parfois de tracer ces deux coupes, et l'on y supplée au moyen d'un tracé plus simple, ainsi qu'il suit. Sur une droite ef, *Fig. 278*, faites une perpendiculaire eg qui soit égale à la hauteur du comble; portez la longueur HI, qui est la demi-largeur de la base du comble, de e en h, et joignez hg: cette dernière aura même inclinaison et même longueur que celle de lattis I&. En portant de même sur ef la longueur ab, de e en i, la droite ig aura même inclinaison et même longueur que celle du lattis de la coupe, *Fig. 276*; en opérant de même avec la longueur cd, on aura aussi fg, semblable à la ligne de lattis de la coupe, *Fig. 277*. Si l'on mène ensuite, par les points n, o, p, q, r, s, t, u, v, x, y,

Punkte 5, 6; 7, 8, gegeben. Die Zapfenlöcher zu den Kreuzbügen sind mit Rücksicht auf ihre respectiven Abstände von der Linie jk, ebenfalls zurückgetragen worden; was auch mit den obern Zusammensetzungen geschehen ist, wodurch die Zeichnung dieser Stuhlsäule, welche von der nach der Verschalung zu gerichteten Seite zu sehen ist (N.° 113), vollendet wurde. 2.° Nachdem bei den Kranzpunkten in *Fig. 270* und *272* ebenfalls gerade Linien gezogen worden sind, so wurde der Abstand der Enden und Kehlen am Fusse der Sparren genommen, und von der Kranzlinie auf die respectiven Linien MO, RQ getragen; woraus sich die Punkte 15, 16; 17, 18, ergeben haben; diese letztern, welche mit den geraden Linien 15, 17; 16, 18, vereinigt wurden, geben auf einer ebenen Fläche die wahre Länge der äussersten Sparren, und folglich auch die Länge der in der Mitte stehenden.

169. Die zweite Hälfte des Grundrisses in *Fig. 269*, zeigt in $LM'O'N'$, $N'O'Q'P'$, $P'Q'R'S'$, drei Holzwände, welche das Dach $EDCF$ tragen. Da hier das Sparrenwerk eben so beschaffen ist wie bei dem Dache $AEFB$, so war die horizontale Vorstellung desselben überflüssig.

Ständen die beiden geneigten Enden dieses Dachabhanges senkrecht auf den äussern Seiten LN', SP' der Holzwände; so könnten die Binder nebst den mit den Dachstuhlsäulen verbundenen Fetten eben so angelegt werden wie bei dem andern Dache *Fig. 271*; alsdann würde aber der schräge Einfall des Regenwassers, welchem die Holzwände so wie die darauf stehenden Binder sehr oft ausgesetzt wären, die Enden dieser Hölzer in kurzer Zeit in Fäulniss setzen, was jedoch dadurch verhindert werden kann, dass man die Fetten um eine dem Dachtraufenvorstosse gleiche oder ungleiche Länge über die äussern Flächen der Binder hervorragen lässt. Zu diesem Ende müssen die Fetten auf die Stuhlsäulen aufgesetzt und mit Würfeln versehen werden. Diese Anordnung, welche bereits oben bei den Pavillons erklärt worden ist, ergiebt sich sattsam aus *Fig. 275*.

170. Anstatt den Mittelbinder *Fig. 275*, von einer verticalen Fläche darzustellen, wie es bei stereotomischen Zeichnungen gewöhnlich zu geschehen pflegt, haben wir selbigen im Durchschnitte dargestellt, und diesen letztern von der Linie HI, die Mitte der Dicke, genommen. Die Figur zeigt diesem zufolge die Durchschnitte des Pfostens a; der Schwelle b; des Hauptbalkens c, welcher durch Versatzung mit der Schwelle verbunden ist; des Stützholzes d, nebst seinem obern und untern Zapfen; des Sparrens e; der Stuhlsäule f; des Jagdbandes g, welches in die Stuhlsäule eingezapft ist, und die Stelle eines Buges vertritt, dessen mittlerer Einschnitt in halbe Holzdicke geschehen ist; endlich der Fetten h, i, nebst ihren Würfeln und Balkenhölzern. Nimmt man diesen Durchschnitt als eigentliches Profil an, so wird der Binder, welcher auf der Holzwand $R'S'P'Q'$ ruht, und die nämliche Höhe hat, steiler seyn; derjenige aber, welcher auf der Holzwand $LM'O'N'$ steht, wird nicht so steil seyn. Diese beiden Abhänge ergeben sich aus den *Fig. 276* und *277*, welche, wie *Fig. 275*, Durchschnitte darstellen, die von der Dicke der auf den Holzwänden stehenden Binder genommen sind. Da diese letztern aus ähnlichen Hölzern zusammengesetzt sind, wie der mittlere Binder, so ist die vorstehende Erklärung auch auf sie anwendbar.

Bisweilen unterlässt man die Zeichnung dieser beiden Durchschnitte, und wählt dafür folgende einfachere Verfahrungsweise: Man macht auf einer geraden Linie ef, *Fig. 278*, eine Perpendicularlinie eg, welche der Höhe des Daches gleich seyn muss; trägt hierauf die Länge HI, welche die halbe Breite der Dachgrundfläche beträgt, von e nach h, und zieht hg zusammen; diese letztere Linie wird sodann die nämliche Neigung und Länge haben wie die Lattenlinie I&; trägt man ferner auf der Linie ef die Länge ab, von e nach i, so erhält die gerade Linie ig dieselbe Neigung und Länge wie die Lattenlinie des Durchschnitts *Fig. 276*: verfährt man gleichergestalt mit der Länge cd, so wird fg der Lattenlinie

2.dly Like square draughts being made on the crown points of the *Fig. 270* and *272*, the distances from the but-ends and necks of the rafter's feet have been like carryed from the crown-line on the respective straights MO, RQ, and have given the points 15, 16; 17, 18, and the lines 15, 17; 16, 18, showing, on a plane surface, the true lengthes of the extreme rafters, and consequently of the intermediaI ones.

169. The other part of that horizontaI description, *Fig. 269*, shows, with $LM'O'N'$, $N'O'Q'P'$, $P'Q'R'S'$, the three plastered walls bearing the pouring $EDCF$: the raftering being quite like to the one of the foregoing $AEFB$, we have dispensed ourselves with designing the horizontal projection of it.

If the gable-ends of the pouring should lay perpendicularly over the exterior faces LN', SP', the trusses could be made with purlin framed into, as shows the *Fig. 271* of the other pourings; but the frequent obliquity of the rain could waste the plastered walls and the trusses over-lain. Then those purlins ought to out the exterior faces of the trusses, as the jutty of the eaves, or more, or less. To that end, the purlins ought to be lain over the principal rafters: the *Fig. 275* shows plainly such a disposal, already enlightened on the pavilions.

170. Instead of drawing the intermediaI truss, *Fig. 275*, seen on the vertical face, as usually do the drawers, we have designed it in cut on the straight HI, the middle of the thickness. You see there the sections of the king-post a, of the beam of the eaves b, of the inferior collar c, framed with notch and *recovered* tail into the beam; of the ashleer d, with its under and upper tenons; of the rafter e, with hanging-eaves [cow's-tail]; of the principal rafter f; of the brace g in a Saint-Andrew's cross, with its tenon into principal rafter, and notch half-way in the timbers; of the purlins h, i, with stoppers and tessel-props. By taking that truss as primitive profile, the one lain on the wall $R'S'P'Q'$, which has the same height, shall be steeper; and the one of the wall $LM'O'N'$, less steep. The *Fig. 276* and *277* show those two shelvings, and, as the *Fig. 275*, are cuts made on the middle lines of the trusses lain on the plastered walls. Those latter being compounded with the same timbers, as the intermediaI one, are able to the same notation.

Often they dispense themselves with drawing those two cuts, and supply to that with a simple draught, as it follows. On a straight ef, *Fig. 278*, bring a perpendicular eg, equal to the height of the roof; take off the breadth of the roofing basis HI, and carry it from e to h, and bring hg, which shall have the same shelving and length as the lathing-line I&. By carrying like on ef the length ab, from e to i, the straight ig shall have the same declivity and length as the ones of the lathing of the cut-end, *Fig. 276*. The same method being applyed to the length cd, you shall have also fg, equal to the lathing line of the cut-end, *Fig. 277*. After that, they bring parallels to HI through the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

z, &, des parallèles à *HI*, on aura, sur les lignes *ig*, *fg*, les points *o*, *o'*; *p*, *p'*; *q*, *q'*, &c., qui serviront à tracer la description d'extension [la herse], *Fig. 279*, dessinée aussi à la face du lambrissage.

171. Pour tracer cette description d'extension, *Fig. 279*, le quadrilatère CDEF étant déjà tracé, comme il a été expliqué n.° 167, on prendra du point *I*, *Fig. 275*, les distances de ce point à n, o, p, q, &c., qu'on portera successivement sur la ligne IH de la *Fig. 279*: on aura les points n pour l'about, et o pour la gorge de l'arbalétrier (on aura de même les points pour tracer les arêtes du tenon désaboutè); les points p, q, donneront ceux p, q, pour la mortaise de la jambette; ceux r, u, donneront r, u, pour la mortaise de la branche de croix de Saint-André, &c. Les points *n*, *o*, *p*, *q*, &c. qui sont sur la ligne *ig*, *Fig. 278*, étant pareillement reportés sur celle *ab* de la *Fig. 279*, serviront à tracer les mortaises, tenons et abouts de l'arbalétrier de la ferme sur le pan de bois *R' S' P' Q'*: en opérant de même avec les points *n'*, *o'*, *p'*, *q'*, &c. de la ligne *fg*, *Fig. 278*, on aura sur *cd*, *Fig. 279*, tous les points pour tracer l'arbalétrier de la ferme sur le pan de bois *LM' O' N'*: les pannes et chevrons seront tracés à ce versant comme à celui de la *Fig. 273*.

172. Présumons d'abord les surfaces des pannes et des chevrons sans gauche: ces surfaces ne se confondront pas exactement avec celle du versant, à moins d'une préparation particulière. Deux sortes de manipulations sont usitées. 1.° Au moyen de faibles entailles à la surface des pannes, on pourrait y appliquer les chevrons; et une seule entaille suffira pour placer une panne sur deux arbalétriers. 2.° Un faible délardement disposera convenablement la surface de la panne pour le placement des chevrons, et le tracé en sera fait ainsi: deux parallèles *a b*, *c d*, *Fig. 280*, tracées selon la pente d'un des arbalétriers, seront espacées de la quantité appelée *chambrée*: on y tracera la section perpendiculaire *e f g h*, qui montre la grosseur d'écarrissage de la panne à l'un de ses bouts, et, de plus, disposée selon l'une des pentes. Tracez deux autres parallèles selon la pente qui se trouve à l'autre bout de la panne, dont l'une *ij* passe par le point *h*; et l'autre *lk*, par le point *f*: les triangles *mfg*, *nhe*, sont la quantité de bois qu'il faut retrancher au bout opposé de la panne pour opérer les délardemens, quantité qui doit être en progression décroissante jusqu'aux angles solides *e*, *g*, dudit bout.

Observation. 1.° Quand l'intérieur du comble n'est pas destiné à être vu, au lieu d'exécuter à la surface du lambrissage un délardement semblable à celui qui se fait à celle du lattis, on se contente d'y opérer une entaille à l'endroit par où la panne doit poser sur l'arbalétrier, et le trait indiqué ci-dessus pour le second délardement sert alors pour faire cette entaille. 2.° Si la pièce de bois n'était pas de la même force à ses deux extrémités, il est sensible qu'il faudrait choisir le bout le plus fort pour y exécuter ces retranchemens, qui diminuent nécessairement la force du bois.

173. Pour exécuter le délardement d'un des chevrons, il faut tracer, *Fig. 281*, la projection horizontale a de son about inférieur, à la surface du lattis, coupée obliquement en f, e, par une portion ed de la ligne d'égout. Tracez ensuite parallèlement à la projection horizontale a la droite jg, représentant une portion de la trace de la base du comble; et, sur elle, la projection b d'une des faces verti-

des Durchschnittes *Fig. 277* ähnlich seyn. Zieht man sodann durch die Punkte n, o, p, q, r, s, t, u, v, x, y, z, &, Parallellinien mit *HI*, so erhält man auf den Linien *ig*, *fg*, die Punkte *o*, *o'*; *p*, *p'*; *q*, *q'*; u. s. w., welche zur Ausführung der erweiterten Zeichnung *Fig. 279* dienen, welche auch an der Seite der Verschalung gezeichnet ist.

171. Die erweiterte Zeichnung *Fig. 279*, wird, nachdem das Viereck CDEF bereits nach Maasgabe N.° 167 gezeichnet worden ist, folgendergestalt ausgeführt: Man nimmt von dem Punkte *I*, *Fig. 275*, die Abstände dieses Punktes von n, o, p, q, u. s. w., und trägt sie nach und nach auf die Linie IH, *Fig. 279*; worauf man den Punkt n, als Ende, und o, als Kehle der Stuhlsäule erhält (auch erhält man zugleich mit die Punkte, wonach die Kanten an dem abgeschnittenen Zapfen gezeichnet werden); die Punkte p, q, geben p, q, für das Zapfenloch zum Stützholze, so wie r, u, die Punkte r, u, für das Zapfenloch zum Buge u. s. w. geben. Die Punkte *n*, *o*, *p*, *q*, u. s. w., welche sich auf der Linie *ig*, *Fig. 278* befinden, und gleichergestalt auf *ab*, *Fig. 279* herübergetragen worden sind, dienen zur Zeichnung der Zapfenlöcher, Zapfen und Enden der Stuhlsäule des auf der Holzwand *R' S' P' Q'* stehenden Bundes. Verfährt man auf ähnliche Weise mit den Punkten *n'*, *o'*, *p'*, *q'*, u. s. w., auf der Linie *fg*, *Fig. 278*, so erhält man auf *cd*, *Fig. 279* alle diejenigen Punkte, wonach die Stuhlsäule des auf der Holzwand *LM' O' N'* ruhenden Bundes gezeichnet wird. Die Fetten und Sparren werden bei diesem Dachabhange eben so gezeichnet wie bei dem in *Fig. 273*.

172. Nehmen wir an, dass die Flächen der Fetten und Sparren nichts Schiefes enthalten, so werden sich dieselben, wenn sie nicht besonders zubereitet werden, mit der Dachfläche nicht genau verschmelzen. Die Verfahrungsweise, welche man zu diesem Behufe zu beobachten pflegt, ist zweierlei: 1.° lassen sich vermittelst leichter Einschnitte in die Fetten, die Sparren daran befestigen; während es bloss eines Einschnittes bedarf um eine Fette mit zwei Stuhlsäulen zu verbinden. 2.° Die Fette braucht bloss leicht abgeholzt zu werden, um die Sparren gehörig darauf zu befestigen; zu diesem Ende wird die Zeichnung folgendergestalt ausgeführt: Man ziehe zwei Parallellinien *a b*, *c d*, *Fig. 280*, welche nach der Neigung einer Stuhlsäule gezeichnet werden, um eine Sparrenweite auseinander; zeichne darauf die perpendiculare Section *e f g h*, welche die Stärke der Fette an dem einen Ende derselben anzeigt, und nach einer der Neigungen angeordnet ist; zeichne ferner zwei andere Parallellinien nach Maasgabe der Neigung am andern Fettenende; die eine derselben *ij* wird durch den Punkt *h*, und die andere *lk*, durch den Punkt *f* gehen; worauf sodann die Triangel *mfg*, *nhe* die Quantität Holz seyn wird, welche an dem entgegengesetzten Fettenende, des Abholzens wegen, abgenommen werden muss, und welche Quantität bis zu den körperlichen Winkeln *e*, *g*, des gedachten Endes stufenweise abnimmt.

Bemerkung. 1.° Wenn die Ansicht der innern Dachverbindungen nicht erforderlich ist, so wird die Seite an der Verschalung nicht so abgekantet wie es bei der am Lattenwerke geschieht; man macht vielmehr bloss einen Einschnitt an dem Orte wo die Fette auf der Stuhlsäule aufliegen soll; so dass die vorstehend gegebene Zeichnung, nach welcher das zweite Abholzen geschieht, bei der Ausführung dieses Einschnittes zur Regel dient. 2.° Sollte das Holz an seinen beiden Enden nicht von gleicher Stärke seyn, so muss, weil dergleichen Schnitte dem Holze die Kraft benehmen, das stärkste Ende abgekantet werden.

173. Soll ein Sparren abgeholzt werden, so zeichnet man erstlich nach *Fig. 281*, die horizontale Projection a seines untern Endes, und zwar derjenigen Fläche am Lattenwerke, welche bei f, e, vermittelst eines zur Dachrinnenlinie gehörigen Theiles e, d, schräg durchschnitten wird; hierauf zeichnet man parallel mit der horizontalen Projection a, die gerade Linie jg, welche einen Theil von

points n, o, p, q, r, s, t, u, v, x, y, z, &; the straights *ig*, *fg*, shall be cut at the points *o*, *o'*; *p*, *p'*; *q*, *q'*, &c., which shall be used for tracing the extent's description [ledgement], *Fig. 279*, designed also on the ceiling face.

171. In order to drawing such an extent's description, *Fig. 279*, the quadrilater CDEF being already traced, as it is explained n.r 167, take off the distances from *I*, *Fig. 275*, to the points n, o, p, q, &c., and bring respectively on the straight IH, *Fig. 279*, from I at n the but-end, o the necking of the principal rafter; and other points for tracing the tenon unended; p, q, for the ashleer; r, u, for the mortises of the Saint-Andrew's cross, &c. The points *n*, *o*, *p*, *q*, &c., of the straight *ig*, *Fig. 278*, shall be like used for drawing the mortises, tenons and but-ends of the principal rafter lain on the wall *R' S' P' Q'*; and a like construction shall be made with the points *n'*, *o'*, *p'*, *q'*, &c. of the straight *fg*, *Fig. 278*, for finding on *cd*, *Fig. 279*, the points necessary for tracing the principal rafter of the truss lain on the plastered wall *LM' N' O'*: the purlins and rafters of that pouring shall be drawn as the ones of the *Fig. 273*.

172. Presuming beforehand the surfaces of the purlins and rafters be without any awkward, such surfaces cannot coincide with the pouring, without a particular preparation, which is used on two manners. 1.rst By means of small notches made on the purlins, the small rafters shall be perfectly applyed to them; and one only notch made to one of the extremities of the purlin, shall apply that timber to two principal rafters. 2.dly The surface of the purlin shall be made able to receive the rafters by a small shaving [unlarding], which is drawn as it follows. Two parallels *a b*, *c d*, *Fig. 280*, distanced accordingly to the purlin's feature perpendicular to the lathing, show the squareness of the purlin *e f g h*, by the means of the perpendiculars *e f*, *g h*, towards the smallest end of it; trace other parallels *ij*; *lk*, inclined to the first ones accordingly to the diversity of shelving of the two principal rafters, and whose one passes through the point *h*, and other at *f*, faced diagonally to *h*: then, the triangles *mfg*, *nhe*, show the matter to be shaved off to the opposite end of the timber, for effecting the *unlardings* of the purlin; and such a shaving ought to decrease till to the solid angles *e*, *g*, of the smallest end.

Remark. 1.rst When the interior part of the roofing cannot be look'd on, instead of shaving the ceiling face of the purlins, as well as the lathing one, a simple notch suffices on the place of the juxtaposition of the purlins with the principal rafters; and such a notch ought to be made accordingly to the foregoing draught of the shaving. 2.dly It is plain that the prescribed shaving, diminishing necessarily the strength of the timbers, ought to be effected into the strongest end, when the squareness does not be equal at both the ends of the timbers.

173. As for the small rafters, the shaving [unlarding] shall be drawn as it follows: trace the horizontal projection of its inferior but-end a, *Fig. 281*, at the lathing surface, obliquely cut on f, e, by a part e d of the roofing's but-end line; and after, the straight j g, parallel to the projection a, and showing a part of the roof's trave-line, with the projection b of the one of the vertical faces of the rafter; incli-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cales du chevron, qui sera inclinée comme doit être le chevron sur lequel vous opérez : les droites menées perpendiculairement à j g, des points e et f, donneront le délardement g h au pied du chevron, qu'il faut aussi tailler en progression décroissante jusqu'à l'angle solide du bout opposé.

Trait d'une Croupe biaise.

174. La construction du tracé primitif de la description horizontale, aussi appelée *le plan*, *Fig. 282* et *283*, se fera ainsi : Tracez sur une droite *A B* la perpendiculaire *C D*, et adoptez leur intersection *A* pour projection horizontale de l'axe du poinçon : portez de droite et de gauche de ce point sur *C D* la moitié de la longueur qu'a donnée le mesurage dans œuvre des murs ; ce qui donnera les points *I, L :* ajoutant l'épaisseur des murs, on aura *E, H ;* et en portant en continuité les saillies de la corniche, on aura *C D*. Par tous ces points, menez des droites parallèles à *A B ;* portez la longueur qu'a donnée le mesurage depuis la ligne milieu de la projection horizontale de la ferme *E H*, jusqu'à l'arête extérieure de chacun des murs, comme ici de *E* en *F*, et de *H* en *G :* vous joindrez *F G*, qui sera la trace de l'extérieur du mur de croupe. La trace de son intérieur *J K* lui est parallèle, et est à la même distance que celles des autres murs, parce qu'on suppose que les trois murs ont été faits de même épaisseur. La saillie de la corniche étant aussi la même, sa projection horizontale [la retombée des égouts] sera encore la même pour le mur de croupe.

Menez aussi parallèlement à *E H* les deux droites *a b, c d*, espacées entre elles de la dimension d'écarrissage à la surface du lattis de bois qu'on doit mettre en œuvre : elles montreront la projection horizontale de la ferme ; et les lignes *e f, g h*, tracées de même, la projection horizontale de la demi-ferme : le quadrilatère *i j k l*, qui environne le point *A*, montre la projection horizontale du poinçon ; on a représenté aussi le solivage du plancher. En tout cela, nous avons suivi les usages adoptés par les praticiens, quoique nous ayons fait remarquer, n.° 93, qu'ils entraînent des irrégularités, de véritables défauts, tant au-dedans qu'au-dehors de la couverture. La *Fig.* A, que nous avons insérée en cet exemple, confirmera ce que nous avons précédemment dit à cet égard : car la ligne X X', pente du long-pan, qui est dans une parfaite direction de l'égout au couronnement, doit passer par le point b, pour que le pied du chevron soit porté par le mur ; par le même motif, le pied du chevron de croupe, dont *x x'* est la pente, doit aussi passer au point b : mais la pente *x x'* verserait les eaux sur la corniche ; ce qu'il faut éviter, en plaçant un coyau dirigé de b en X', et qui, n'étant plus dans la direction de *x x'*, donne à ce versant un pli en b. Il faut même ajouter que l'impression faite par ce pli sur la vue est plus considérable que celle de l'angle formé entre chaque chevron et son coyau, puisque ceux-ci sont l'un et l'autre obliques au pli de la couverture, qui est un véritable angle plan, et qu'un tel angle se mesure entre deux perpendiculaires à un même point de l'arête, et est plus grand que celui qui est formé par deux lignes quelconques obliques à cette arête. Mais, avant d'achever cette description, nous passons au tracé de la verticale.

Description verticale de la Ferme, Fig. 284 *et* 285.

175. On tracera les coupes des parties supérieures des murs du long-pan et celles des solives du plan-

der Dachgrundflächenlinie vorstellt, und auf solche die Projection b, von einer der verticalen Flächen des Sparrens, welcher so geneigt seyn wird, wie es der Sparren seyn muss, auf dem man die Operation vornimmt. Die aus den Punkten e und f, mit j g perpendicular gezogenen geraden Linien geben sodann den Schnitt g h, am Fusse des Sparrens, welcher bis zu dem körperlichen Winkel des entgegengesetzten Endes in abnehmender Progression zugeschnitten werden muss.

Zeichnung eines schrägen Walmens.

174. Die Zeichnung der horizontalen Vorstellung oder des Grundrisses, welche in *Fig. 282* und *283* enthalten ist, wird folgendergestalt ausgeführt. Man zeichne auf einer geraden Linie *A B*, die Perpendicularlinie *C D*, und nehme ihren Durchschnitt *A*, als horizontale Projection der Giebelsäulenaxe. Trage hierauf rechts und links von diesem Punkte auf *C D*, die halbe innere Länge der Mauern, woraus sich die Punkte *I, L*, ergeben werden ; fügt man noch die Dicke der Mauern hinzu, so erhält man *E, H ;* und verbindet man damit die Vorstösse des Karniesses, so bekommt man *C D*. Durch diese sämmtlichen Punkte ziehe man gerade, mit *A B* Parallellinien : trage die Länge, welche von der Mittellinie des Binders *E H*, bis zur äussern Kante einer jeden Mauer begriffen ist, wie hier von *E* nach *F*, und von *H* nach *G ;* ziehe *F G* zusammen, welches die Linie zur äussern Walmenmauer seyn wird ; *J K*, die Linie der innern Mauer, ist mit derselben parallel, und befindet sich in dem nämlichen Abstande wie die der andern Mauern, weil angenommen wird, dass die drei Mauern von einerlei Dicke sind ; da hier der Karniesvorstoss derselbe ist, so wird auch die horizontale Vorstellung desselben für die Walmenmauer die nämliche seyn.

Ferner ziehe man mit *E H* parallel, die beiden geraden Linien *a b, c d*, welche so weit aus einander stehen als die am Lattenwerke stehenden Hölzer dick sind, und den ganzen Bund horizontal vorstellen, während *e f, g h*, welche ebenfalls gezogen werden, die horizontale Vorstellung des halben Bundes geben. Das Viereck *i j k l*, um den Punkt *A*, giebt die horizontale Ansicht von der Giebelsäule. Das Balkenwerk ist ebenfalls mit zu sehen. Bei diesem Verfahren haben wir zwar die in der Praxis angenommenen Grundsätze befolgt ; allein wir haben von der andern Seite bereits in N.° 93 das Unregelmässige und die unverkennbaren Fehler gezeigt, welche diese Grundsätze sowohl am äussern als am innern Dache zur Folge haben. Die diesem Exempel beigefügte *Figur* A, giebt zu dieser Behauptung den Beleg ab ; denn die Linie X X', welche der Abhang der langen Dachseite ist, und die Richtung der Dachrinne zum Kranze genau befolgt, muss, wenn der Sparrenfuss von der Mauer getragen werden soll, durch den Punkt b gehen, so wie auch aus derselben Ursache das Ende des Walmensparrens dessen Neigung *x x'* ist, ebenfalls auch durch den Punkt b gehen muss. Da aber der Abhang *x x'* das Regenwasser auf das Karnies werfen würde, so muss man zur Vermeidung dieses Umstandes einen Schifter anlegen, welcher von b nach X' gerichtet ist, und nun, weil er sich nicht mehr in der Richtung von *x x'* befindet, an diesem Abhange bei b eine Kehle veranlasst. Die Wirkung welche diese Kehle für das Auge hervorbringt, ist stärker als die, welche der von einem Sparren und seinem Schifter gebildete Winkel verursacht ; denn diese letztern sind schräg im Verhältniss zur Dachkehle, welche einen wahren flachen Winkel bildet ; auch wird ein solcher Winkel zwischen zwei, mit einem und demselben Kantenpunkte perpendicularen Linien gemessen, und ist grösser als der, den zwei mit dieser Kante schräg gehende Linien bilden : ehe wir diese horizontale Vorstellung aber vollenden, wollen wir zuvor den Aufriss zeichnen.

Aufriss des Binders, Fig. 284 *und* 285.

175. Man zeichnet zuvörderst die Durchschnitte sowohl der obern Mauertheile an der langen Dach-

ning that projection accordingly to the particular shelving of the roof at the place to be occupyed by the proposed rafter : the perpendiculars to j g brought through the points e and f shall determine at the rafter's foot the shaving g h, which ought to be cut on a decreasing progression till to the solid angle of the opposite extremity.

Draught of an End slanting.

174. The disposal of the primitive draught of the horizontal description, said also *the plan*, *Fig. 282* and *283*, shall be made as follows. On a straight *A B*, trace the perpendicular *C D*, and take the intersection *A* for the horizontal projection of the king-post's axis : carry on each side of it, along *C D*, at *I* and *L*, the half length of the clear measured between the walls : add to them the thickness of the walls at *E* and *H*, and after the jutty of the cornice at *C* and *D*. Through all those points, bring parallels to *A B*, and carry the lengthes found by the measurements from the middle line of the horizontal description of the truss *E H*, till the exterior edge of each wall, as here from *E* at *F*, and from *H* at *G :* join *F G*, which shall be the trace of the outside of the end's wall. The trace of its inside *J K* shall be parallel to it, and at the same distance as the ones of the other walls, since all the walls are supposed with the same thickness. The jutty of the cornice being also like, its horizontal projection [eaves's dropping] shall be also like for the end's wall.

Bring parallely to *E H* the straights *a b, c d*, distanced accordingly to the squareness at the lathing surface of the timber to be employed : they shall show the horizontal projection of the truss, and the straights *e f, g h*, like drawn, the projection of the half-truss : the quadrilater *i j k l*, surrounding the point *A*, shows the horizontal projection of the king-post ; the joisting of the floor has been also designed. All those details are according to the ones used by the practisers, tho' we have enlightened, n.° 93, that they induce some irregularities, and ever true defects either inside, or outside. The *Fig.* A shall confirm that foregoing observations : indeed, the line X X', the shelving of the side, keeping an exact direction from the eaves at the crown, ought to pass through the point b, in order that the rafter's foot could rely on the wall ; and the foot of the end's rafter, shown on *x x'*, ought also to pass on the same point b, for the same reason : but the shelving *x x'* should shed the waters on the cornice, if could not be added a broken rafter directed from b to X', which produces into the pouring a wrinkle at b. It is ever to be observed that the sight of such a fold is more grievous than the one of the angle being between the rafter and its broken lengthening, since both those are oblique to the plan angle being at the wrinkle, whose true measure is between two perpendiculars to the same point of the edge, and greater than the angle formed by two whatever straights oblique to that edge. But, before of terminating that projection, we shall draw the vertical one.

Vertical Projection of the Truss, Fig. 284 *and* 285.

175. The sections of the superior parts of the side's walls and of the floor being designed ; on the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cher : sur les traces EI, LH de leur dérasement, on figurera les coupes des plates-formes N, N, de la grosseur d'écarrissage des bois qu'il faudra employer, en faisant attention que leurs surfaces verticales extérieures soient à environ un pouce de distance des faces extérieures des murs; par les traces supérieures desdites plates-formes, on tracera celle de la base du comble ab [la ligne de trave]. Nous devons faire remarquer que les points a et b sont à environ trois pouces du bord des plates-formes, pour réserver cette force de bois en avant des pas recreusés pour recevoir le pied des chevrons. Comme, dans cet exemple, les pentes des chevrons forment un angle droit, on a décrit un demi-cercle dont le centre est c, et le rayon ca, l'extrémité X du rayon cX étant le point de projection de la ligne de couronnement : les droites aX et Xb, menées par ce point, seront celles des lattis du comble. La moitié de cette figure, qui est cotée 284, est une coupe prise au milieu de l'épaisseur de la ferme; elle montre les détails intérieurs des mortaises et les tenons qui les occupent. On y voit que le blochet O contient une entaille d à sa surface inférieure, qui se réunit à la plate-forme, laquelle a elle-même une entaille à sa surface supérieure pour recevoir la partie du bois réservée au blochet entre son bout et son entaille. Ce blochet projette un tenon e, dans la jambe de force M; et, à sa surface supérieure, il a une mortaise f qui reçoit le tenon décollé du pied de l'arbalétrier. Le pied g de la jambe de force M est scellé dans la maçonnerie sans aucun porte-à-faux; son bout supérieur h est assemblé à tenon et embrèvement sous l'entrait. Le bout supérieur de l'esselier P est assemblé de même par un tenon i, ainsi que l'inférieur j dans la jambe de force. (Ces sortes d'assemblages, qui ont des coupes très-allongées, sont nommées, par Nicolas Fourneau, *embrennement.*) L'entrait projette un tenon k dans l'arbalétrier; mais, pour faciliter au levage sa mise dedans, on amaigrit une des rives de son tenon : I, I, sont les mortaises pour les tenons des pannes. Le pied du poinçon a un petit tenon m, très-court, à cause de celui du demi-entrait, qui est très-près; la contre-fiche est assemblée aux deux bouts avec tenons n, o; et l'arbalétrier a son tenon p, avec épaulement dans le poinçon. L'autre moitié de la description verticale, cotée *Fig. 285*, montre la face de la ferme qui est du côté de la croupe.

176. La *Fig. 286* contient le profil de la demi-ferme, dessinée conformément au biais du plan : les pièces sont disposées comme celles des *Fig. 284* et *285*, et marquées des mêmes caractères littéraux. Nous observons que ce n'est que dans le cas où la régularité serait exigée à la surface du lambrissage, qu'il faut refaire les bois et faire les assemblages selon le biais : hors cette condition, on se contentera de délarder seulement la face du lattis; les autres faces, étant conservées selon la régularité de leur écarrissage, seront assemblées, comme dans les fermes, sur plan rectangulaire.

177. Pour tracer, dans la *Fig. 282*, les projections des plates-formes, on menera parallèlement à la droite X*B* deux lignes dont les origines seront aux rives de la plate-forme N, *Fig. 284*, jusqu'à la ligne d'arête *FA :* elles montreront en plan la plate-forme du long-pan; et, en opérant d'une manière analogue pour la plate-forme N, dans la *Fig. 286*, on aura la projection de celle de croupe. Les points a, 1, 2, qui montrent les recreusemens des pas sur lesdites plates-formes, *Fig. 284* et *286*, donneront pareillement, avec ceux de la dimension d'écarrissage à la surface du lattis, les points pour tracer lesdits pas sur la surface supérieure des plates-formes dans la *Fig. 282*. En supposant de même des lignes menées parallèlement à X*B* par les points q, r, s, t, u, on aura sur *EA* leurs projections *q, r, s, t, u*, lesquelles serviront à tracer les arêtes de l'about du blochet, la mortaise pour le tenon de l'arbalétrier, et

seite, als auch des Gebälkes. Man zeichnet ferner auf den Linien EI, LH, die Durchschnitte der Mauerlatten N, N, und zwar so dick als das dazu anzuwendende Holz; wobei ihre verticalen äussern Flächen ohngefähr einen Zoll breit von den äussern Mauerflächen abstehen müssen; nach diesen Mauerlattenlinien zeichnet man die Dachgrundflächenlinie ab [Stuhlwandlinie]. Die Punkte a und b stehen ohngefähr drei Zoll von dem Rande der Mauerlatten ab, und bezeichnen die Holzstärke, welche vor den zu den Sparrenfüssen bestimmten Einschnitten gelassen werden muss. Da die Neigungen der Sparren in diesem Exempel einen rechten Winkel bilden, so ist ein Halbzirkel beschrieben worden, dessen Mittelpunkt c, und der Radius ca ist, indem das Ende X, des Radii cX, der Projectionspunkt zur Kranzlinie ist : die geraden Linien aX und Xb, welche durch diesen Punkt gehen, sind die Projectionen der Lattenlinien. Die andere Hälfte dieser Figur, welche mit 284 bezeichnet ist, stellt einen von der Mitte des Binders genommenen Durchschnitt vor : wir sehen darin die Zapfenlöcher nebst ihren Zapfen : auch sehen wir an der untern Seite des Stichbalkens O, einen Einschnitt d, in welchen die Mauerlatte eingesetzt wird; diese letztere hat aber ebenfalls einen Einschnitt, in welchen der zwischen dem Ende und dem Einschnitte des Stichbalkens gelassene Holztheil eingezapft wird. Dieser Stichbalken wird vermittelst eines Zapfens e, in den Strebebug M eingezapft; an seiner obern Seite befindet sich ein Zapfenloch f, in welches die Stuhlsäule auf und eingesetzt wird. Das untere Ende g, des Strebebuges M, ruht fest auf der Mauer; das obere Ende h aber ist unter dem Spannriegel eingebunden. Das Jagdband P, ist sowohl mit seinem obern Ende i, als mit seinem untern j, ebenfalls eingezapft; und zwar dieses letztere in den Strebebug. Nicolaus Fourneau nennt die Zusammensetzungen, welche dergleichen Schnitte haben, *Embrennement.* Der Spannriegel wird vermittelst eines Zapfens k, mit der Stuhlsäule verbunden; um aber beim Richten den Einsatz zu erleichtern; so wird der eine Rand des Zapfens ein wenig abgekantet. I, I, sind die Zapfenlöcher zu den Fettenzapfen. Am Fusse der Giebelsäule befindet sich ein kleiner Zapfen m, welcher aber, wegen des nahe daran an dem halben Spannriegel befindlichen, sehr kurz ist. Die Strebe wird an ihren beiden Enden vermittelst der Zapfen n, o, eingesetzt, und die Stuhlsäule mit ihrem Zapfen p, in die Giebelsäule eingebunden. Die in *Fig. 285* enthaltene zweite Hälfte des Aufrisses zeigt die Bundseite am Walmen.

176. Der in *Fig. 286* enthaltene halbe Bund ist im Profil nach Maasgabe des schrägen Planes gezeichnet. Die Hölzer sind wie die in *Fig. 284* und *285* angeordnet und mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet. Müsste die Seite an der Verschalung regulär seyn, so müssten die Hölzer von neuem geschnitten, und die Zusammensetzungen dem schrägen Plane gemäss geschehen : im entgegengesetzten Falle ist es schon genug, wenn bloss die Seite am Lattenwerke abgeholzt wird; die übrigen Seiten, welche in ihrer regulären Gestalt bleiben, werden wie bei dem Bundwerke, welches auf rechtwinkeliger Fläche steht, eingesetzt.

177. Um in *Fig. 282* die Linien zu den Mauerlatten zu zeichnen, zieht man parallel mit der geraden Linie X*B*, bis zu der Kantenlinie *FA*, zwei Linien, welche von den Rändern der Mauerlatte N, *Fig. 284* ausgehen, und die Mauerlatte an der langen Dachseite im Grundrisse anzeigen. Verfährt man auf ähnliche Weise bei der Mauerlatte N, *Fig. 286*, so erhält man die Linie zur Walmenmauerlatte. Die Punkte a, 1, 2, welche die Einschnitte an den Mauerlatten, *Fig. 284* und *286* anzeigen, geben gleichergestalt mit denen, welche den Umfang anzeigen, die Punkte, wonach die gedachten Einschnitte auf der obern Seite der Mauerlatten *Fig. 282* gezeichnet werden. Nimmt man ferner an, dass Linien parallel mit X*B*, durch die Punkte q, r, s, t, u, gezogen worden sind, so erhält man auf *EA* ihre Projectionen *q, r, s, t, u*, nach denen die Kanten an den Stichbalkenenden, das

traces EI, LH, of their levelness, shall be drawn the cuts of the wall-plates N, N, accordingly to the squareness of the timbers to be employed, and on such a manner that their vertical exterior faces may mislead an inch from the exterior faces of the walls; along the superior traces of that wall-plates, trace the base-line of the roof [the trave-line]. We have fixed the points a and b about three inches distant from the exterior edges of the wall-plates, in order to reserve to the timbers a sufficient strength afore the grooved pace to receive the rafters's feet. The shelvings of the rafterings being right angled in that example, an half circle has been traced from the center c with ray ca, the extremity X of the vertical radius cX being the projection of the crown-line : the straights aX and bX, drawn through such a point, shall be the lathing-lines. The half part of that figure, numbered 284, is a section made on the middle thickness of the truss, showing the interior details of the mortises, and tenons occupying them. It is seen there that the hammer-beam O has a notch d at the inferior face joining the wall-plate, which is also notched at its superior side, to receive the reserved part between the hammer's end and notch. That hammer is framed with tenon e, into the strengthening-piece M, and upper-mortised at f, to receive the unnecked tenon of the principal rafter. The foot g of the strengthening-piece M is sealed into the masonry without any false-prop; and its upper-end h, framed under the collar with tusked or bevel-shouldered tenon. The upper-end of the brace P is like framed with tenon i, as well as the inferior one j into the strengthening-piece. (Such framings, with very lengthened cuts, are told *tusk* or *bevel-shoulder* by Nic. Fourneau.) The collar is framed into the principal rafter with thinned or unnecked tenon k, in order to facilitate the laying of the timbers; I, I, are the mortises to receive the tenons of the purlins. The foot of the *king*-post has a smallest tenon m, according to the nearest one of the half-collar; the counter-fastening is framed at both own ends with tenons n, o; and the principal rafter is like so into the king-post with shouldered tenon p. The other part of that vertical description, quoted *Fig. 285*, shows the side of that truss facing to the end.

176. The *Fig. 286* shows the half-truss, designed accordingly to the slanting of the basis : the disposal of the timbers is like to the one of the *Fig. 284* and *285*, noted also with the same respective letters. We shall observe that the timbers ought not to be plained or shaved, and framed according to the slanting, but when the regularity is required at the ceiling face of the roof as well as at the lathing one : otherwise, they shave [unlard] only the lathing face, let the other sides on the squareness of the timbers, and frame as the roofs on a right-angled basis.

177. For tracing on the *Fig. 282* the projections of the wall-plates, bring parallely to X*B* two straights from the exterior edges of the wall-plates N, *Fig. 284*, till to the edge-line *FA :* they shall show on the plan the side's wall-plate; and, by proceeding on the same manner with the wall-plate N on the *Fig. 286*, you shall have the projection of the end's wall-plate. The points a, 1, 2, showing the grooved paces into the wall-plates, *Fig. 284* and *286*, shall like give, with the ones of the squareness at the lathing-face, the points for tracing those paces on the superior face of the wall-plates in the *Fig. 282*. By like supposing parallels to X*B* through the points q, r, s, t, u, you shall have on *EA* the projections of them *q, r, s, t, u*, which shall be used for tracing the edges of the but-end of the hammer-beam, the mortise for the rafter's tenon, and the tenon for the mortise of the strengthening-piece.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le tenon pour la mortaise de la jambe de force. Le blochet, sur la ligne BA, sera de même tracé en employant respectivement les points q, r, s, t, u, de la *Fig. 286*. La *Fig. 291* sera de même employée pour le blochet d'arêtier sur la ligne FA; cette même *Fig. 282* montre aussi les lignes xx', yy', données par les points x et y de la *Fig. 284*.

178. L'autre moitié de la description horizontale, *Fig. 283*, contient les projections de l'arbalétrier, des pannes et des empanons de long-pan, le tout taillé et assemblé comme aux pavillons carrés, excepté les empanons de la croupe, qui, dans cet exemple, sont délardés (n.° 173). On voit que des parallèles à XB, menées par les points s,r, de la *Fig. 285*, ont donné en plan les lignes d'about $r'r''$, et $r''r$, ainsi que les lignes de gorge $s's''$, $s''s$. Les lignes d'about montrent l'angle linéaire de la base du comble; et c'est après avoir tracé cet angle, que se fait le tracé particulier de l'arêtier.

Trait d'un Arêtier dévoyé.

PROBLÈME. Tracer les coupes d'un arêtier dévoyé, quelles que soient ses dimensions, sa pente, celles des deux versans, l'angle linéaire de la base, et la déviation arbitraire qu'on veut lui donner.

Observations. 1.° Les quatre données arbitraires de la pente de long-pan, de celle de la croupe, de la déviation de l'arêtier et de sa pente, sont tellement liées, que trois de ces conditions entraînent la quatrième, et même que deux suffiraient pour les quatre, si la pente de l'arêtier n'était pas une des deux.

2.° Le tracé fondamental n'ayant besoin que de la dimension d'arêtier qui paraît à la surface du lattis ou à celle du lambrissage, l'addition qu'on fait de l'autre dimension dans les dessins est un véritable hors-d'œuvre.

3.° Ce problème, contenant les données d'un pentaèdre formé de deux tétraèdres contigus, ne peut avoir qu'une seule solution, bien qu'il renferme, dans sa généralité, le cas où l'angle de la base du comble serait droit : c'est donc à tort que les praticiens croient avoir plusieurs solutions pour le comble biais, indépendamment de celle du comble droit. Elles ne peuvent différer les unes des autres que par l'objet particulier qu'on veut découvrir le premier, pour en tirer tous les autres, et que les circonstances pourraient quelquefois rendre plus intéressant, en fournissant, par hasard, une donnée de plus que celles de l'énoncé ci-dessus; mais on doit être bien convaincu qu'elles ne peuvent être que plusieurs méthodes d'arriver à la même solution, dont chacune conduit également à toutes les autres.

SOLUTION. Parmi toutes les coupes que l'on pourrait supposer faites à la pièce de bois destinée à former un arêtier, et dont chacune aurait nécessairement une figure déterminée et différente, on s'arrête aux trois principales, qui sont l'horizontale, la verticale, et celle qui est perpendiculaire à la dimension longitudinale de la pièce.

179. 1.° *Coupe horizontale*, Fig. 287. — Soit BAC l'angle linéaire de la base du comble, donné par les lignes d'about des descriptions tant horizontale que verticale; AD, la projection horizontale de l'arête, d'après le degré de déviation de l'arêtier; et DAE, la pente qui résulte, pour l'arêtier, tant de sa déviation que des pentes respectives des deux versans. Élevez à la ligne d'arête AD la perpendiculaire AF, égale à la dimension d'épaisseur de l'arêtier; menez au côté AB de la base la droite

Zapfen loch zu dem Stuhlsäulenzapfen, so wie der Zapfen zu dem Zapfenloche des Strebebuges gezeichnet werden. Vermittelst der respectiven Punkte q, r, s, t, u, *Fig. 286*, wird der Stichbalken auf der Linie BA gezeichnet. Der am Gradsparren befindliche Stichbalken auf der Linie FA aber wird nach der *Fig. 291* entworfen. Die *Fig. 282* zeigt ausserdem noch die Linien xx', yy', welche sich aus den Punkten x und y, *Fig. 284* ergeben.

178. Die zweite Hälfte des Grundrisses, *Fig. 283*, enthält die Ansichten der Stuhlsäule so wie der Fetten und Schiftsparren an der langen Dachseite. Diese sämmtlichen Hölzer sind ganz so geschnitten und zusammengesetzt wie bei den viereckigen Pavillons. Die Walmenschiftsparren machen hiervon allein eine Ausnahme, indem dieselben abgekantet sind (N.° 173). Wir sehen, dass sich aus den mit XB parallel laufenden Linien, welche durch die Punkte s, r, *Fig. 285*, gezogen worden sind, die Endlinien $r'r''$, und $r''r$, so wie die Kehllinien $s's''$, $s''s$ ergeben haben. Die Endlinien, welche den geometrischen Winkel der Dachgrundfläche darstellen, haben zur besondern Zeichnung des Gradsparrens gedient.

Zeichnung eines gewendeten Gradsparrens.

PROBLEM. Die Schnitte zu einem gewendeten Gradsparren zu zeichnen, dessen Dimensionen und Neigung, so wie ferner die Neigung der beiden Dachabhänge, der geometrische Winkel der Grundfläche und die beliebige Richtung welche er erhalten soll, mögen übrigens seyn welche sie wollen?

Bemerkungen. 1.° Die vier beliebigen Aufgaben für die Neigung der langen Dachseite und der des Walmens, so wie für die Richtung des Gradsparrens und seiner Neigung, sind dergestalt mit einander verknüpft, dass drei von ihren Erfordernissen dass vierte entbehrlich machen, und dass selbst zwei zu allen vier Aufgaben hinreichend wären, wenn die Neigung des Gradsparrens nicht eins von diesen zwei Erfordernissen ausmachte.

2.° In der Hauptzeichnung ist bloss diejenige Dimension des Gradsparrens nöthig, welche am Lattenwerke oder an der Verschalung steht; es ist folglich unnütze Arbeit, wenn man die andere Dimension zugleich mit zeichnet.

3.° Für dieses Problem, welches die Aufgaben eines aus zwei Tetraëdern gebildeten Pentaëders enthält, kann bloss eine einzige Auflösung Statt finden, ob es schon im allgemeinen den Fall in sich begreift, in welchem die Dachgrundfläche einen rechten Winkel bildet. Diejenigen haben daher Unrecht, welche glauben, dass ohne die Auflösung des geraden Daches mit zu rechnen, es mehrere Auflösungen für das schräge Dach giebt. Das Eigenthümliche wodurch sie sich von einander unterscheiden lassen, kann bloss in dem besondern Gegenstande liegen, den man zuerst auffinden will um die übrigen alle daraus herzuleiten, und welchen die Umstände bisweilen nöthig machen können, wenn er zufälliger Weise ein Auflösungsmittel mehr an die Hand giebt als die angezeigten. Genau genommen sind es aber weiter nichts als verschiedene Methoden, welche die nämliche Auflösung herbeiführen, und von denen die eine die Folge der andern ist.

AUFLÖSUNG. Unter den verschiedenen Schnitten, welche ein zu einem Gradsparren bestimmtes Holz erhalten kann, und von denen sich jeder einzelne durch eine besondere Gestalt von den übrigen auszeichnen muss, verdienen vorzüglich drei bemerkt zu werden; nämlich: der horizontale, der verticale, und der, welcher mit der der Länge nach gehenden Dimension des Holzes perpendicular ist.

179. 1.° *Horizontaler Schnitt*, Fig. 287. — Es sey BAC der geometrische Winkel der Dachgrundfläche, welcher sich aus den Endlinien sowohl des Grund- als auch des Aufrisses ergeben hat. AD sey die horizontale Vorstellung der Kante, und zwar nach dem Grade der Richtung, den der Gradsparren erhält; DAE sey die Neigung welche sich für den Gradsparren sowohl aus seiner Richtung als auch aus den respectiven Neigungen der beiden Dachabhänge ergiebt. Man richte auf der Kanten-

The hammer-beam shall be drawn like on the line BA, by the means of the points q, r, s, t, u of the *Fig. 286*. The *Fig. 291* shall be like used for the edge-wood's hammer-beam on the straight FA; that *Fig. 282* shows also the lines xx', yy', brought through the points x and y of the *Fig. 284*.

178. The other half part of the horizontal description, *Fig. 283*, contains the projection of the principal rafter, purlins and shorted-rafters of the side, all cut and framed as in square pavilions, except the shorted rafters, which, in that example, are shaved [unlarded] (n.° 173). It is seen that parallels to XB, brought through the points s, r of the *Fig. 285*, give on the plan the but-end lines $r'r''$, $r''r$, and the neck-lines $s's''$, $s''s$. Those but-end lines show the linear angle of the roof's basis, which is necessary for the peculiar draught of the hip.

Draught of a deviated Hip.

PROBLEM. To draw the cuts of an edge-wood, whatever may be its dimensions, deviation, shelving, the declivity of the pourings, and linear angle of the basis.

Remarks. 1.st The four arbitrary conditions of the hip's deviation and the shelving of the side, end or hip, are so connected, that the fourth follows necessarily the three others, and ever two of them suffice when the shelving of the hip does not be the one of them.

2.ly The fundamental draught not requiring but the hip's dimension set at the lathing or ceiling, the other feature of it is a true outwork in a draught.

3.ly That problem belonging to a pentaedron compounded with two contiguous tetraedron, it can't have but only one solution, tho' it may contain, with its generality, ever the case of a right-angled basis; then wrongfully the practisers believe that they have, for the slanting roof, many solutions independent from the one of the right-angled basis. Their methods cannot differ from each other but by the particular object to be found forehand, for deducing all the others from it, when the circumstances make it more interesting, by adjoining some new condition to the given ones into the foregoing question; but one ought to be very convicted that they are but diverse methods for finding the same solution, and that each of them drives necessarily to the others.

SOLUTION. Between all the sections able to be supposed made into a timber destinated to occupy the edge of a roof, and whose each ought necessarily to have a determinated diverse shape, they adopt only the three principal cuts, viz, horizontal, vertical, and perpendicular to the timber's length.

179. 1.st *Horizontal cut*, Fig. 287. — Let be BAC the linear angle of the roofing basis, formed with the but-end lines of the horizontal description; AD, the horizontal projection of the edge-line resulting from the hip's deviation; and the angle DAE, the declivity resulting, as to the hip, from its deviation and the respective shelvings of the two pourings. Bring to the edge-line the perpendicular AF, equal to the thickness of the hip; then FG, parallel to side AC, and ending at the other side,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FG, parallèle à l'autre côté *AC;* par l'intersection *G*, menez *GI*, perpendiculaire à la ligne d'arête *AD:* les deux points *G, I*, seront les origines des arêtes des délardemens; en sorte que *GM* et *IN*, parallèles à *AD*, sont les projections horizontales des faces verticales de l'arêtier, et que le triangle *AGI* constitue essentiellement la coupe horizontale de cette pièce de bois, coupe qui se prolonge plus ou moins vers *D*, suivant la largeur de la pièce. D'après la disposition de la figure, le point *H* de la projection horizontale, appartenant aussi à la projection verticale de l'arêtier, est, dans celle-ci, l'origine de la projection des arêtes de délardement qu'on menera par ce point parallèlement à la ligne d'arête *AE:* mais cette seconde projection n'est pas même nécessaire pour faire l'application de ce tracé au volume.

Sur la face du lattis de la pièce de bois, tracez une perpendiculaire à la dimension longitudinale [un trait carré], et portez-y, à partir de l'une des arêtes, l'une des distances *GH* ou *IH:* vous aurez ainsi un point de passage de la ligne d'arête qui doit être reservée sur cette face, et que vous tracerez parallèlement aux arêtes. Sur les faces verticales, d'un point quelconque d'une arête du lattis, tracez une ligne qui fasse avec cette arête, vers le bout supérieur de la pièce, un angle égal à la pente de l'arêtier, et qui soit ainsi parallèle à la coupe horizontale, telle qu'est *AD* de la figure; et portez-y, à partir du sommet, la distance *AH*, qui vous donnera un point de passage de chacune des lignes de délardement, que vous y menerez par ces points parallèlement aux arêtes.

Il est très-facile de déduire de ce tracé la coupe perpendiculaire de la pièce de bois, puisqu'il suffit pour cela de supposer la coupe horizontale relevée jusqu'à ce qu'elle se trouve perpendiculaire à la longueur de l'arêtier. Or, dans ce cas, *GI*, ou toute autre perpendiculaire à la ligne d'arête, telle que *JL*, *Fig. 288*, resterait base du triangle, et en traçant, de l'intersection *K*, la droite *Km*, perpendiculaire à la pente *AE*, on aurait la hauteur réelle de la nouvelle coupe; en sorte que, portant *Km* de *K* en n, et joignant n*L* et n*J*, le triangle *JnL* serait celui de la coupe perpendiculaire, dont on réduirait la surface à sa véritable grandeur, en prolongeant indéfiniment *Ln*, menant no perpendiculaire à *AD* et égale à l'épaisseur de l'arêtier, et menant ensuite op parallèle à n*J*.

On peut de même en tirer la forme de la coupe verticale : car, si, sur la projection horizontale d'arête *AD*, on élève une perpendiculaire ou verticale jusqu'à la pente *AE*, par l'intersection *H*, ou par celle de toute autre perpendiculaire, telle que le point *K* de *JL*, *Fig. 289*, elle sera la hauteur réelle du triangle qui formerait la coupe verticale du comble : en sorte qu'en portant *Kr* en *Kn*, et joignant *Jn* et *Ln*, le triangle *JnL* serait celui de la coupe verticale, dont on réduirait aussi la surface à la grandeur qui appartient proprement à l'arêtier, en prolongeant indéfiniment *Ln*, faisant no perpendiculaire à *AD* et égale à l'épaisseur de l'arêtier, et menant op parallèle à *J*n.

180. 2.° *Coupe perpendiculaire*, Fig. 288. — Pour tracer l'arêtier sur sa coupe perpendiculaire, qui est celle qui se trouve faite le plus ordinairement; dans l'angle de la base *BAD*, sur la projection horizontale *AD* de l'arête, menez une perpendiculaire quelconque *JL*, et, de l'intersection *K*, une perpendiculaire *Km* à la ligne de pente *AE*. Elle pourra se représenter sur la pièce de bois, mais pour la direction seulement, par un trait

linie *AD*, die Perpendicularlinie *AF* auf, welche der Dicke des Gradsparrens gleich ist; ziehe neben *AB* der Basis, die gerade Linie *FG*, parallel mit der andern Seite *AC;* und führe *GI* durch den Durchschnitt *G*, perpendicular mit der Kantenlinie *AD;* worauf die beiden Punkte *G, I*, die Anfangslinien zu den abgekanteten Flächen seyn werden; so dass *GM* und *IN*, welche mit *AD* parallel sind, die horizontalen Vorstellungen zu den verticalen Flächen des Gradsparrens sind, und dass ferner der Triangel *AGI* nothwendigerweise der horizontale Schnitt dieses Holzes ist, wobei sich dieser Schnitt, zufolge der Holzbreite, mehr oder weniger nach *D* zu erstreckt. Der Punkt *H* der horizontalen Projection, welcher der Anordnung der Figur zufolge, auch zur verticalen Vorstellung des Gradsparrens gehört, ist hier der Anfang zu den abgekanteten Seiten, welche man durch diesen Punkt mit der Kantenlinie *AE* parallel zieht; diese zweite Projection ist selbst nicht einmal nothwendig, wenn diese Zeichnung auf den Gegenstand angewendet werden soll.

Man ziehe auf der dem Lattenwerke zugekehrten Seite des Holzes, eine mit der der Länge nach gehenden Dimension perpendiculare Linie, auf welche man, von einer der Kanten aus, den einen der Abstände *GH* oder *IH* trägt: man erhält dadurch einen Punkt, durch welchen die Kantenlinie geht, welche auf dieser Seite aufgelassen werden muss, und welche man mit den Kanten parallel zieht. Man ziehe auf den verticalen Flächen eines beliebigen auf einer Kante am Lattenwerke befindlichen Punktes eine Linie, welche mit dieser Kante am obern Ende des Holzes einen der Neigung des Gradsparrens gleichen Winkel bilden, und solchergestalt mit dem horizontalen Schnitte parallel seyn muss, wie es *AD* in der Figur ist: auf diese Linie trage man aus dem Scheitel die Distanz *AH*, woraus sich die Punkte zu den Linien der abgekanteten Seite ergeben, welche man durch diese Punkte nach jener Distanz mit den Kanten parallel zieht.

Aus dieser Zeichnung lässt sich die des perpendicularen Schnittes sehr leicht ableiten, indem man sich bloss zu denken braucht, dass der horizontale Schnitt sich so hoch erhoben hat, bis er mit der Länge des Gradsparrens perpendicular geworden ist. Hier bliebe also *GI*, oder jede andere mit der Kantenlinie perpendiculare Linie, wie z. B. *JL*, *Fig. 288*, die Basis des Triangels; und zöge man aus dem Durchschnitte *K*, die gerade Linie *Km*, perpendicular mit dem Abhange *AE;* so erhielte man die wahre Höhe dieses Schnittes; so dass, wenn man *Km* von *K* nach n trüge, und n*L* und n*J* zusammenzöge, so würde der Triangel *JnL* zum Triangel des perpendicularen Schnittes werden, dessen Fläche man auf seine wahre Grösse dadurch reducirt, dass man *Ln* unbestimmt verlängert; no, mit *AD* perpendicular, und der Gradsparrendicke gleich macht, und op mit n*J* parallel zieht.

Die Zeichnung des verticalen Schnittes kann ebenfalls daraus abgeleitet werden; denn zieht man auf der horizontalen Projection *AD*, eine Perpendicular- oder Verticallinie bis zum Abhange *AE*, durch den Durchschnitt *H*, oder durch den einer jeden andern Perpendicularlinie, wie z. B. der Punkt *K* von *JL*, *Fig. 289;* so wird sie die wahre Höhe des Triangels seyn, welcher den verticalen Durchschnitt des Daches bildet; so dass, wenn man *Kr* nach *Kn* trägt, und *Jn* und *Ln* zusammenzieht, der Triangel *JnL* der des verticalen Durchschnittes seyn würde, dessen Fläche man ebenfalls auf die Grösse des Gradsparrens reducirt, wenn man *Ln* unbestimmt verlängert, no mit *AD* perpendicular und der Gradsparrendicke gleich macht, und op mit *Jn* parallel zieht.

180. 2.° *Perpendicularer Schnitt*, Fig. 288. — Die Zeichnung dieses Schnittes, welcher am häufigsten angewendet zu werden pflegt, geschieht folgendergestalt. Im Grundflächenwinkel *BAD*, ziehe man auf der horizontalen Kantenprojection *AD*, eine beliebige Perpendicularlinie *JL;* und aus dem Durchschnitte *K*, eine mit der Abhangslinie *AE* perpendiculare Linie *Km*. Sie kann sich zwar auf dem Holze darstellen, muss aber der Rich-

AB of the basis; at last, through the intersection *G*, the straight *GI*, perpendicular to the edge-line *AD: G* and *I* shall be the origins of the edges of the shavings [unlardings]; so that the straights *GM* and *IN*, parallels to *AD*, are the horizontal projections of the vertical faces of the hip, and the triangle *AGI* constitutes essentially the horizontal section of such a timber, which ought to be or more or less amplified with parallelogram added towards *D*, according to the breadth of the timber. After the disposal of that figure, the point *H* of the horizontal projection, belonging also to the vertical description, is, in that case, the origin of the projection of the shaving's edges, which shall be brought through that point, parallely to the edge-line *AE:* but such a second projection does not be necessary for applying that draught to the timber.

On the lathing face of the timber, trace a perpendicular to the length [a square draught], and carry on it, from the one of the edges, either *GH* or *IH:* you shall have so a passage-point for the edge-line to be reserved on that surface, which shall be traced here parallely to the lateral edges. On both the vertical faces, from a point whatsoever of the lathing-edge, trace a straight angled with that edge towards the upper-end of the timber, as does the shelving of the hip, and being so parallel to the horizontal section, as *AD* on the figure; and bring on it, from the top of that angle, the distance *AH*, which shall give a passage-point for each of the shaving-lines, which shall be traced parallely to the edges through that points.

It is very facile to deduct from such a draught the perpendicular section of the timber, since it suffices for it to suppose the horizontal cut set up till to become perpendicular to the hip's length: but, in such a case, *GI*, or any other perpendicular to the edge-line, as *JL*, *Fig. 288*, should remain the basis of the triangle; and, by tracing, through the intersection *K*, the straight *Km*, perpendicular to *AE*, you should have the true height of the new cut; so that, by taking off the distance *Km*, and carrying it from *K* at n, and bringing n*L* and n*J*, the triangle *JnL* should be the perpendicular section of the roof, and ought to be reducted at the true greatness belonging to the hip, by lengthening indefinitely *Ln*, bringing no perpendicular to *AD* and equal to the thickness of the hip, and at last op parallel to n*J*.

You can like thither deduct the shape of the vertical section: for, if, on the horizontal projection of the edge *AD*, you raise a perpendicular or vertical till to the shelving-line *AE*, through the intersection *H*, or the one of any other perpendicular, as the point *K* of *JL*, *Fig. 289*, it shall be the real height of the triangle forming the vertical cut of the roof: so that by carrying *Kr* at *Kn*, and joining *Jn* and *Ln*, the triangle *JnL* shall be the vertical section of the roofing, whose surface ought to be reducted at the greatness belonging properly to the hip, by lengthening indefinitely *Ln*, tracing no perpendicular to *AD* and equal to the hip's thickness, and bringing op parallel to *J*n.

180. 2.ly *Perpendicular cut*, Fig. 288. — For tracing the edge-wood on its perpendicular section, which has place most usually; into the linear angle of the basis *BAD*, on the horizontal projection *AD* of the edge, bring a perpendicular whatever *JL;* and, through the intersection *K*, the perpendicular *Km* to the shelving *AE*. Such a straight can be expressed on the timber, as for the direction, with a square draught turned round topsy-turvy; and is

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carré retourné sur toutes les faces ; et elle exprime par elle-même la hauteur réelle du triangle qui forme la coupe perpendiculaire du comble faite sur JL, qui est la sous-tendante de l'angle plan formé par les deux versans à l'arête de l'arêtier. Portez donc cette hauteur Km de K en n, et joignez Jn et Ln; vous aurez la forme et l'étendue réelles de cette coupe du comble dans le triangle JnL; et si vous prolongez indéfiniment Ln, et que vous meniez no perpendiculaire à AD et égale à l'épaisseur de l'arêtier, puis op parallèle à Jn, vous aurez dans le triangle nop la coupe réelle et propre de l'arêtier, indépendante de la largeur de la pièce, qui peut y ajouter un parallélogramme plus ou moins étendu.

Pour appliquer à la pièce de bois ce tracé supposé fait ailleurs, il suffit d'y transporter sur chacune des faces verticales la perpendiculaire pq sur le trait carré, à partir de chaque arête de la face du lattis, comme la figure le montre de m en q'; de mener longitudinalement par ces deux points les lignes de délardement, et de porter aussi de l'une de ces arêtes sur la face du lattis qn, ou bien qo, pour avoir un point de passage de la ligne d'arête à réserver sur cette face.

Il est évident que les deux mêmes longueurs qn et qo, portées de part et d'autre de l'intersection K en r et s, donneront de suite les points de passage des lignes de délardement qui formeront la coupe horizontale; et qu'on en déduirait de même la coupe verticale, comme nous l'avons fait du premier procédé.

181. 3.° *Coupe verticale*, Fig. 289. — Si la pièce dont on veut former l'arêtier, avait déjà une section verticale provenant d'un emploi antérieur, on pourrait trouver intéressant d'y faire le tracé primitif, et voici comment on y parviendrait. Par un point quelconque m de la ligne de pente AE, on menerait à la projection horizontale de la ligne d'arête AD, dans l'angle de la base BAC, une perpendiculaire $LmKJ : LJ$ serait la trace horizontale et la sous-tendante d'une section verticale du comble, perpendiculaire au plan vertical qui passerait par l'arête; et la portion mK, la hauteur du triangle qui formerait cette section. Ainsi, en portant Km de K en n, et joignant Jn et Ln, on aurait cette coupe du comble dans le triangle JnL, et l'on déterminerait la portion du sommet de ce triangle qui appartient proprement à l'arêtier, en prolongeant Ln, menant no perpendiculaire à AD et égale à l'épaisseur de la pièce, puis op parallèle à Jn.

Pour appliquer ce tracé au volume, il suffit de porter qn ou qo de l'un des bords sur l'épaisseur de la pièce : on aura un point de passage d'une ligne qui, menée parallèlement aux faces verticales, déterminera la ligne d'arête sur la face du lattis ; et la hauteur qp du triangle donnera les lignes de délardement, en la portant sur les faces verticales, à partir de l'arête du lattis, sur une verticale quelconque.

Il est évident que ce tracé conduit aussi aux deux autres : en effet, il suffit de porter qn et qo de part et d'autre de la ligne d'arête AD, et de mener à ces deux distances les parallèles GM, IN, pour avoir la coupe horizontale ; et, pour avoir la perpendiculaire aj l, il suffit de mener deux perpendiculaires à l'arêtier bf, ce, espacées entre elles suivant l'épaisseur de la pièce, et de porter sur jl, en k, l'une des distances qn ou qo, et de joindre aj et al.

tung wegen, durch einen rechtwinkeligen Zug auf alle Seiten umgelegt werden, und zeigt die wahre Höhe des Triangels an, welcher den von JL gemachten perpendicularen Durchschnitt des Daches bildet. Diese Linie JL ist die Sehne zum flachen Winkel, den die beiden Dachabhänge an der Gradsparrenkante bilden. Trägt man nun diese Höhe Km, von K nach n, und zieht Jn und Ln zusammen, so erhält man in dem Triangel JnL, die wahre Gestalt und Grösse dieses Dachdurchschnittes. Und wenn man ferner Ln unbestimmt verlängert, und no mit AD perpendicular und der Gradsparrendicke gleich macht, und op mit Jn parallel zieht, so erhält man in dem Triangel nop den wahren und eigentlichen Schnitt des Gradsparrens, ohne Bezug auf die Holzbreite, durch welche noch ein mehr oder minder grosses Parallelogramm hinzukommen kann.

Soll diese Zeichnung, von welcher angenommen wird als ob sie bereits an einem andern Orte ausgeführt worden sei, auf das fragliche Holz angewendet werden ; so braucht man bloss auf jede verticale Fläche die Perpendicularlinie pq zu tragen, wobei man von jeder an der Lattenseite stehenden Kante ausgeht, wie solches aus der Figur bei der Richtung von m nach q' zu sehen ist; ferner zieht man, der Länge nach, durch diese zwei Punkte, die Linien der abgekanteten Seiten, und trägt endlich qn, oder qo, von der einen Kante auf die Lattenseite ; wodurch man einen Punkt erhält, durch welchen die Kantenlinie geht, welche auf dieser Seite aufgelassen wird.

Es leidet keinen Zweifel, dass die beiden Längen qn und qo, welche zu beiden Seiten des Durchschnittes K, nach r und s getragen worden, die Durchgangspunkte zu den Linien der abgekanteten Seiten geben werden, aus denen sich der horizontale Schnitt ergiebt; und dass man vermittelst der ersten Verfahrungsweise ebenfalls auch daraus den verticalen Schnitt erhalten würde.

181. 3.° *Verticaler Schnitt*, Fig. 289. — Befände sich an dem zum Gradsparren bestimmten Holze bereits schon ein verticaler Schnitt, welcher von einem vorherigen Gebrauch herrührte, so könnte man vielleicht zu wissen wünschen, wie man sich zu benehmen hat, um die fragliche Zeichnung darauf auszuführen. Dies geschieht folgendergestalt : Man zieht durch einen beliebigen auf der Abhangslinie AE befindlichen Punkt m, eine Perpendicularlinie $LmKJ$, in die horizontale Projection der Kantenlinie AD, im Grundflächenwinkel BAC; so dass LJ die horizontale Vorstellung und Sehne eines verticalen Dachdurchschnitts seyn wird, welcher mit dem verticalen durch die Kante gehenden Plane perpendicular ist ; und der Theil mK, wird der Scheitel des Triangels seyn, welcher diese Section bildet. Trägt man also Km von K nach n, und vereinigt Jn mit Ln, so erhält man diesen Dachdurchschnitt in dem Triangel JnL, an welchem man denjenigen Höhentheil, welcher zum Gradsparren gehört, dadurch festsetzt, dass man Ln verlängert, no, mit AD perpendicular und der Dicke des Holzes gleich macht, und op mit Jn parallel zieht.

Soll diese Zeichnung auf das Holz angewendet werden, so braucht man bloss qn oder qo von einer der Randseiten auf die Dicke des Holzes zu tragen, wodurch man einen Durchgangspunkt zu einer Linie erhält, woraus sich, wenn sie mit den verticalen Flächen parallel gezogen wird, die Kantenlinie an der Lattenseite ergiebt. Die Triangelhöhe qp giebt die Linie zu den abgekanteten Seiten, wenn man dieselbe auf den verticalen Flächen von der Lattenkante aus auf eine beliebige Verticallinie trägt.

Man sieht leicht ein, dass sich diese Zeichnung auch auf die beiden andern Schnitte anwenden lässt ; denn um den horizontalen Schnitt zu erhalten, braucht mann bloss qn und qo auf jeder Seite der Kantenlinie AD zu ziehen, und die Parallelinien GM, IN nach diesen Abständen zu führen. Um den perpendicularen Schnitt aj l aber zu erhalten, so zieht man zwei mit dem Gradsparren perpendicular laufende Linien bf, ce, welche so weit von einander abstehen als das Holz dick ist, itself the real height of the triangle forming the perpendicular section made into the roof along JL, the subtense of the plan angle formed between the pourings at the hip's edge. Then carry that height Km, from K at n, and join Jn and Ln; you shall have the real shape and greatness of such a section of the roof into the triangle JnL. Then lengthen indefinitely Ln, trace no perpendicular to AD and equal to the hip's thickness, and bring op parallel to Jn, you shall have into the triangle nop the real cut properly belonging to the hip, independently from its peculiar breadth, which can add to that triangle a more or less great parallelogram.

For applying to the timber such a draught traced elsewhere, it suffices to carry on each of the vertical faces the perpendicular pq on the square draught from the lathing-edge, as shows it the figure from m at q'; to trace longitudinally the shaving-lines through those points, and to carry like qn the lathing-face from the one of the edges, either qn or qo, for having so a passage-point for the edge-line to be reserved on that face.

It is evident that the two same lengthes qn and qo, brought on both sides of the intersection K, at r and s, shall give immediately the passage-points of the chamfering lines which shall form the horizontal section; and that from thence one could deduce alike the vertical section, as we have done from the first proceeding.

181. 3.ly *Vertical Cut*, Fig. 289. — If the timber had already a vertical section resulting from an anterior employment, they should find usefulness to do on it the primitive tracing, as it follows. Through any point whatsoever m of the shelving-line AE, bring into the angle of the basis BAC a perpendicular $LmKJ$ to the horizontal projection of the edge $AD : LJ$ shall be the horizontal trace and subtense of a vertical section of the roof, perpendicular to the vertical plan passing along the edge; and the part mK, the height of the triangle forming such a section. Then, by taking off Km, and carrying it from K at n, and joining Jn and Ln, you shall have, into the triangle JnL, that vertical cut of the roof, and determine the upper part of that triangle belonging properly to the hip, by lengthening Ln, bringing no perpendicular to AD and equal to the hip's thickness, at last op parallel to Jn.

As for applying that draught to the timber, it suffices to carry or qn either qo from the one of the lathing-edges on the timber's thickness : it shall give a passage-point for the edge-line to be brought on the lathing face parallely to the vertical faces; the height qp of the triangle shall give the shaving lines by carrying it into the vertical faces, from the lathing edge, on a vertical whatsoever straight.

It is no less evident that such a draught drives also reciprocally to the others : indeed, it suffices to carry qn and qo respective on each side of the edge-line AD, and bring at those distances the parallels GM, IN, for performing the horizontal cut; and the perpendicular cut aj l should be performed by drawing to the hip two perpendicular straights bf, ce, distanced from each other accordingly to the timber's thickness; carrying on jl, at k, either qn or qo, and joining aj and al.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

182. Les *Fig. 287 bis*, *288 bis* et *289 bis*, présentent l'application des mêmes méthodes sur un arêtier destiné à occuper un angle aigu : on y reconnaîtra facilement les mêmes tracés, puisque les mêmes objets y sont cotés des mêmes caractères littéraux. Dans les *Fig. 290* et *290 bis*, on voit les trois procédés réunis sur une même pièce de bois, soit pour l'angle aigu, soit pour l'angle obtus, et aboutissant tous au même résultat. On peut ainsi se convaincre parfaitement que le tracé d'un arêtier biais ne diffère en rien de celui d'un arêtier droit, et que le mystère que chaque praticien semble attacher à la méthode qu'il a adoptée, sous des noms presque insignifians *(tracé sur le trait, par les quatre arêtes, par échasses, &c.)*, ne peut être que l'effet de l'ignorance ou du charlatanisme.

183. Les deux arêtiers d'une croupe biaise, étant de longueur et de forme différentes, sont désignés par des noms particuliers : on appelle *petit arêtier* celui qui coupe l'angle obtus, et dont on voit la projection horizontale en *rA*, *Fig. 282 ;* celui de la *Fig. 283*, qui est placé à l'angle aigu du bâtiment, se nomme *grand arêtier*. En procédant comme à l'article du pavillon droit, nous avons placé au-dessus de ces projections horizontales leurs profils ou élévations, *Fig. 291* et *292*, dessinés à la manière des praticiens; c'est-à-dire qu'ils contiennent les projections verticales, non-seulement de la coupe ou section faite verticalement par la ligne d'arête, et montrant toutes les pièces qui composent les demi-fermes d'arêtiers, avec les détails de mortaises et de tenons qui en forment l'assemblage, mais encore celles des faces verticales de ces demi-fermes et des faces obliques qui résultent des délardemens : on y ajouterait de même celles des faces et arête du recreusement, si cette façon avait lieu dans l'exemple proposé. Au reste, les pièces qui composent ces demi-fermes, sont combinées comme celles des fermes complètes; et, dans chacune, nous avons appliqué les mêmes caractères littéraux aux mêmes objets : ce que nous avons précédemment expliqué pour tracer les arêtiers sur base rectangulaire, suffit pour opérer le tracé de ceux-ci, quoique de dimensions différentes entre eux.

184. La *Fig. 293* montre le développement [la herse] de la croupe, qui est un triangle scalène; mais les deux portions des versans de long-pan qui s'y réunissent, présentent chacune un triangle rectangle. Cette figure étant placée ici comme application pratique de ce qui est démontré dans la seconde section de cette troisième partie, nous nous contenterons d'y renvoyer, pour faire voir que cette description d'extension peut servir au tracé de toutes les pièces d'un pavillon biais, aussi bien qu'à celui du pavillon droit.

Trait d'une Ferme oblique pour un Pavillon biais.

Lorsque la disposition des baies, ou quelque autre circonstance locale, empêche d'établir les fermes de la couverture perpendiculairement aux murs de long-pan sur un pavillon biais, il est de nécessité d'y substituer des fermes obliques, qui sont l'objet particulier que les praticiens veulent désigner par le nom de *pavillon biais*. Dans ce cas, il est d'usage d'établir les fermes parallèlement au mur de croupe, conformément à celui qui est aussi généralement adopté pour les autres cas, de faire la demi-ferme de croupe parallèle aux murs de long-pan, et que nous avons précédemment expliquée sous le titre de *croupe biaise*. Alors, toutes les fermes et demi-fermes étant obliques aux murs qui les supportent, on est obligé de délarder toutes les pièces de bois de la couverture qui ne sont pas dans une disposition horizontale, quand la surface au lambrissage doit être apparente.

Cette disposition oblique entraîne plus de longueur dans presque toutes les pièces de bois qui

und trägt auf jI nach k, die eine der Distanzen qn oder qo, und zieht endlich aj und aI zusammen.

182. Die *Fig. 287 bis*, *288 bis*, und *289 bis*, zeigen, wie die nämlichen Methoden auf einen Gradsparren angewendet werden, welcher seinen Platz an einem spitzen Winkel erhalten soll. Da zu den nämlichen Gegenständen einerlei Buchstaben angewendet worden sind, so lassen sich die Zeichnungen leicht erkennen. In *Fig. 290* und *290 bis*, sind auf dem nämlichen Holze alle drei Verfahrungsarten, welche sämmtlich zu dem nämlichen Resultate führen, sowohl für den spitzen als auch für den stumpfen Winkel ausgeführt worden. Man sieht also deutlich hieraus, das zwischen der Zeichnung eines schrägen und der eines geraden Ecksparrens auch nicht der mindeste Unterschied Statt findet, und dass, wenn einige mit ihren Methoden, denen sie oft nichts bedeutende Benennungen beilegen, geheimnissvoll thun, so geschieht es entweder aus Einfalt oder aus Grossprecherei.

183. Da die beiden an einem schrägen Walmen stehenden Gradsparren der Länge und Gestalt nach von einander unterschieden sind, so nennt man *kleinen Gradsparren* denjenigen, welcher am stumpfen Winkel steht. Die horizontale Vorstellung desselben ist bei *rA*, *Fig. 282* zu sehen; *grosser Gradsparren*, *Fig. 283*, heisst hingegen derjenige, welcher den spitzen Winkel des Gebäudes einnimmt. Wir haben übrigens, wie bei den geraden Pavillons, die Profile und Aufrisse *Fig. 291* und *292* über die horizontalen Vorstellungen gesetzt, und haben sie, wie es gewöhnlich zu geschehen pflegt, dergestalt gezeichnet, dass sie nicht nur den von der Kantenlinie genommenen Durchschnitt, nebst allen zu den halben Gradsparrenbünden gehörigen Hölzern, Zapfen und Zapfenlöchern, sondern auch die verticalen Flächen dieser halben Bünde, so wie die schrägen abgekanteten Seiten zeigen. Die Seiten an den Einschnitten würden ebenfalls mit angegeben seyn, wenn es in dem aufgegebenen Exempel nöthig wäre. Die Hölzer, aus denen diese halben Bünde bestehen, sind übrigens eben so zusammengesetzt, wie bei den ganzen Bünden; auch sind bei jedem Holze die betreffenden Gegenstände mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet worden. Die Erklärung, welche wir über die auf rechtwinkeliger Grundfläche stehenden Gradsparren gegeben haben, lässt sich auch auf die jetzt beschriebenen anwenden, ohnerachet sie der Dimension nach von einander unterschieden sind.

184. Die *Fig. 293* enthält die ausführliche Zeichnung des Walmens, welcher einen ungleichseitigen Triangel bildet, während jede der beiden daran anstossenden Dachseiten ein rechtwinkeliges Dreieck beschreibt. Da diese Figur die Anwendung der im zweiten Abschnitte aufgestellten Grundsätze enthält, so verweisen wir den Leser dahin, um ihm zu zeigen, dass nach dieser Zeichnung alle zu einem schrägen sowohl als zu einem geraden Pavillon gehörigen Hölzer gezeichnet werden können.

Zeichnung eines zu einem schrägen Pavillon *bestimmten schrägen Binders.*

Können auf einem solchen Pavillon die Binder wegen der Dachöffnungen, oder anderer localer Umstände wegen nicht perpendicular mit den Mauern der langen Dachseite angelegt werden, so müssen schräge Binder angewendet werden, welche bei den sogenannten *schrägen Pavillons* ein wesentliches Erforderniss ausmachen. Man pflegt diesfalls die Binder parallel mit der Walmenmauer, und auf die nämliche Weise anzulegen, wie in denjenigen Fällen, wo der halbe Walmenbund mit den Mauern der langen Dachseite parallel gemacht wird, was wir weiter oben, bei dem *schrägen Walmen* erklärt haben. Und da alsdann alle ganze und halbe Bünde mit den Mauern, von denen sie getragen werden, schräg gehen, so müssen alle diejenigen Dachhölzer, welche sich in keiner horizontalen Richtung befinden, und deren Seiten an der Verschalung zum Vorschein kommen sollen, abgeholzt werden.

Diese schräge Anordnung ist die Ursache warum die Bearbeitung der zu einem solchen Dachstuhle

182. The *Fig. 287 bis*, *288 bis* and *289 bis*, show the application of the same methods to an edge-wood destinated to occupy an acute angle: the same draughts shall be easily known again there, since the same objects are quoted with the same letters. The *Fig. 290* and *290 bis* show the three methods united on one timber, either for obtuse or sharp angle, and all ending on the same result. One so ought to be very convicted that the draught of a slanting hip differs by no means from the one of a right-angled roofing, and that the mystery affixed by each of the practisers to his own manner, with some nearly senseless names *(draught on a draught, on the four edges, by stilts, &c.)*, cannot be but the effect of ignorance or quackery.

183. The two edge-woods of a slanting end, differing from each other, either in length, or in form, are distinguished by peculiar names: the one which occupies the building's obtuse angle, projected horizontally on *rA*, *Fig. 282*, is call'd *small hip;* and the other, to be lain on the sharp angle, is named *great hip*, *Fig. 283*. On the same manner as for the right-angled pavilion, we have put over those horizontal projections their profiles drawn as the practisers do; viz, containing the vertical projections, not only of the cut or section made vertically along the edge-line, with all the timbers performing the half-trusses of the hips, and the details of mortises and tenons for the framing of them, but also the ones of the vertical faces of those trusses, and the oblique faces resulting from the shavings: the ones of the edge and faces of the grooving should be added also, if the hips could be grooved in that example. Besides, the timbers composing such half-trusses are combinated as the ones of a complete truss, and the same letters have been applyed on the same objects in each of them: the explication of the hip's draught, made before for the roofs on a right-angled basis, suffices for tracing the ones of a slanting roof, though they may differ from each other as to the length.

184. The *Fig. 293* shows the unfolding [lodgement] of the end in a scalene triangle; but the both parts of the side's pourings reunited with, are right-angled triangles. That figure being lain here as a practical application of the principles explained in the second section of that third part, it suffices to send back there, for showing that such an extent's description can be used for tracing all the timbers of a slanting pavilion, as well as the ones of another.

Draught of an oblique Truss for a slope Pavilion.

When the compartment of the bays, or another local circumstance, refuses the roofing trusses to be established perpendicularly to the side's walls over a slope pavilion, it needs to substitute to them oblique trusses, which are the peculiar thing called by the practisers *slope pavilion*. Then it is usual to dispose the trusses parallely to the end's wall, as it is generally adopted for the other cases, viz, to lay the end's half-truss parallel to the side's walls, which had been explained with the name *slope end*. All the trusses and half-trusses being in such a manner oblique to the bearing walls, one ought to shave [unlard] all the timbers not lain horizontally, if the ceiling faces are to be seen.

Such an oblique disposal requires a greater lengthness for almost all the timbers which com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doivent entrer dans la composition d'une charpente; elle exige, en outre, dans toutes les pièces qui doivent subir le délardement, une dimension d'écarrissage plus forte et un travail assez considérable pour l'exécution de ces délardemens : ainsi, hors les cas de nécessité absolue, le praticien prudent doit éviter ce mode de construction, d'où résulterait, pour le propriétaire, un excès de dépense sans aucune utilité réelle.

185. L'espacement, l'épaisseur et l'angle des murs étant connus, soit par les cotes des plans, soit au moyen du mesurage fait sur les murs eux-mêmes, on les emploiera pour tracer l'ételon, en commençant par la description horizontale, *Fig. 294* et *295*. Cette description fait voir que la base du comble de cet exemple est un parallélogramme non rectangle, et que le mur, sous l'égout de la croupe, forme un angle aigu avec l'un des murs de long-pan qui y aboutissent, et un angle obtus avec l'autre. Pour parvenir au tracé de ces fermes obliques, on trace d'abord deux fermes auxiliaires, l'une perpendiculaire aux murs de long-pan, et dont la coupe milieu aurait pour trace ou projection horizontale la perpendiculaire 2 *Q*, *Fig. 294* et *294 bis ;* et l'autre, perpendiculaire au mur de croupe, ayant pour trace horizontale de sa coupe milieu la perpendiculaire 4 *Q*, mêmes figures.

186. La *Fig. 296* est une projection verticale faite sur la trace 2 *Q* [chevron carré de long-pan], montrant les combinaisons et assemblages des bois qui composent la première de ces fermes auxiliaires, que nous regarderons comme profil primitif de cet exemple, et que l'on tracera comme il a été précédemment expliqué pour toutes les fermes qui sont perpendiculaires à la direction des murs qui les supportent. Mais on doit remarquer avec soin que les droites n o, p q, y sont tracées normales ou perpendiculaires à la pente qu'aurait réellement ce chevron carré de long-pan, et qui est la pente réelle du long-pan de la couverture. Ce sont les hauteurs Z o et Z q, prises sous le couronnement, qu'il faudra reporter sur les axes des figures suivantes, pour y diriger les lignes n o, p q, qui, dans les autres figures, ne sont point perpendiculaires au chevronage, et qu'on appelle improprement *devers de pannes*, puisqu'elles ne représentent point la pente d'une des faces de la panne : dans les représentations verticales des fermes obliques, ces lignes n o, p q, sont des traces de l'une des faces des pannes sur un plan vertical parallèle aux fermes obliques; et nous les nommerons *trace du plan normal.*

Des divers points remarquables de la *Fig. 296*, on menera parallèlement à l'axe du poinçon *Z Q*, sur la *Fig. 294 bis*, des droites jusqu'à la ligne d'arête du petit arêtier *c Q :* les lignes *c c*, *d d*, donneront les points *c* pour l'about et *d* pour la gorge des pas des chevrons et des empanons sur la plateforme; *e e*, *f f*, *g g*, *h h*, donneront de même les abouts et les gorges des pas et des mortaises des chevrons et des arbalétriers sur les blochets; et il en sera de même des points i, j, l, m, de la *Fig. 296.*

187. En établissant une nouvelle ligne d'axe *Z Q*, *Fig. 297*, perpendiculaire à la trace 4 *Q*, ou parallèle au mur de croupe, et lui menant des parallèles par tous les points *c*, *d*, *e*, *f*, &c., trouvés sur la projection horizontale de la ligne d'arête, on tracera de même la projection verticale de la seconde demi-ferme auxiliaire, supposée perpendiculaire au mur de croupe, et que l'on nomme, dans la pratique, *chevron carré de croupe.* On reconnaîtra facilement que cette *Fig. 297* contient les mêmes combinaisons des pièces de bois que montre la *Fig. 296*, cotées des mêmes lettres, et établies aux mêmes points de hauteur; et l'on aura soin d'y appliquer de même l'observation qui a été faite pour la première ferme auxiliaire, au sujet des normales n o, p q. Au reste, les observations données sous les n.os 98, 99 et 103, étant suffisantes pour les détails

gehörigen Hölzer einen grössern Zeitaufwand als gewöhnlich verlangt. Auch müssen die abzuholzenden Hölzer stärker als gewöhnlich seyn. Das Abholzen selbst erfordert ebenfalls auch viele Zeit; so dass dieser Bau, welcher sehr kostspielig ist und keinen wahren Nutzen gewährt, nicht anders als in unvermeidlichen Fällen anzuwenden ist.

185. Kennt man den Abstand, die Dicke und den Winkel der Mauern, entweder aus dem Grundrisse, oder aus der wirklichen Ausmessung der Mauern selbst, so wird die Lehre gezeichnet, wobei man mit dem Grundrisse, *Fig. 294* und *295* den Anfang macht. Man sieht darin, dass die Grundfläche in diesem Exempel kein rechtwinkeliges Parallelogramm bildet, und dass die Mauer unter der Walmenrinne mit einer daran anstossenden Dachseitenmauer einen spitzigen, und mit der andern einen stumpfen Winkel beschreibt. Bei der Zeichnung dieser schrägen Binder zeichnet man zuvörderst zwei zu Hülfe genommene Binder; und zwar den einen, dessen Durchschnitt die Perpendikularlinie 2 *Q*, *Fig. 294* und *294 bis*, andeutet, perpendicular mit den Mauern der langen Dachseite; und den andern, dessen Durschnitt die Perpendicularlinie 4 *Q*, in denselben Figuren ist, perpendicular mit der Walmenmauer.

186. Die *Fig. 296* ist eine von der Linie 2 *Q* [viereckiger Sparren an der langen Dachseite] genommene verticale Vorstellung, welche die Holzverbindungen an dem ersten zu Hülfe genommenen Binder darstellt. Wir nehmen diesen letztern als Grundprofil dieses Exempels an. Gezeichnet wird er wie wir obstehend angegeben haben; nämlich wie alle Binder welche mit den unter ihnen stehenden Mauern perpendicular sind. Man bemerke jedoch, dass die geraden Linien n o, p q, mit der Neigung, welche dieser viereckige Sparren an der langen Dachseite eigentlich hätte, und welche die wahre Neigung der langen Dachseite ist, normal oder perpendicular gezeichnet worden sind. Die Höhen Z o und Z q, welche unter dem Kranze genommen worden sind, sind es, welche auf die Axen der folgenden Figuren getragen werden müssen, um daselbst die Richtung der Linien n o, p q zu bestimmen, welche in diesen Figuren mit dem Sparrenwerke nicht perpendicular sind, und welche man un eigentlich die *schiefe Fettenseite* [devers de pannes] nennt, denn sie stellen die Neigung von einer der Fettenseiten nicht vor. Diese Linien n o, p q, sind bei den verticalen Vorstellungen der schrägen Binder die Vorstellung einer Fettenseite auf einem verticalen mit den schrägen Bindern parallel laufenden Plane. Wir wollen sie *die Vorstellung des normalen Planes* nennen.

Aus den Hauptpunkten in *Fig. 296*, ziehe man parallel mit der Giebelsäulenaxe *Z Q*, auf *Fig. 294 bis*, gerade Linien bis zur Kantenlinie des kleinen Gradsparrens *c Q;* worauf die Linien *c c*, *d d*, den Punkt *c* als End- und *d* als Kehlpunkt zu den Sparren und Schiftsparren auf der Mauerlatte geben werden : auf gleiche Weise geben *e e*, *f f*, *g g*, h *h*, die Enden und Kehlen zu den Ausschnitten und Zapfenlöchern der Sparren und Stuhlsäulen auf den Stichbalken : ein Gleiches gilt von den Punkten i, j, l, m, *Fig. 296.*

187. Legt man eine neue Axenlinie *Z Q*, *Fig. 297*, an, welche perpendicular mit 4 *Q*, oder parallel mit der Walmenmauer ist, und zieht dahin Parallellinien durch die Punkte *c*, *d*, *e*, *f*, u. s. w., welche auf der horizontalen Projection der Kantenlinie gefunden worden sind, so lässt sich danach die verticale Projection des zweiten zu Hülfe genommenen halben Binders zeichnen, welcher mit der Walmenmauer perpendicular gedacht und in der Bausprache *viereckiger Walmensparren* genannt wird. Diese Figur enthält, wie man sieht, die nämlichen Holzverbindungen wie in *Fig. 296;* auch sind solche mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet, und an den nämlichen Höhenpunkten bestimmt worden. Uebrigens kommt die bei dem ersten Binder in Betreff der Normallinien n o, p q gemachte Bemerkung auch hier zur Anwendung.

pound a roofing, and farther a greater squareness and considerable work for the shavings in all the timbers which ought to be shaved : then, excepting the cases of an absolute needness, the wise practiser ought to avoid that manner of working, which brings to the owner an excess of expense without any real utility.

185. The distance, thickness and angle of the walls, being known, either by the numbers of the plan, or by measuring the objects, shall be used for tracing the large plan, and forthwith, the horizontal description, *Fig. 294* and *295*. It is seen there that the roof's basis of the present example is an obliquangle parallelogram, and that the end's wall forms with the one of the sides an acute corner, and an obtuse angle with the other. In order to reach the draught of such oblique trusses, they draw forthwith two auxiliary trusses, the one perpendicular to the side's walls, projecting its middle cut on the horizontal perpendicular 2 *Q*, *Fig. 294* and *294 bis;* the other, perpendicular to the end's wall, dropping its middle cut on the perpendicular 4 *Q* of the same figures.

186. The *Fig. 296* is a vertical projection drawn over the trace 2 *Q* [side's right rafter], showing the combinated and framed timbers which compound the first auxiliary truss, whom we will consider as the primitive profile of that example, and trace accordingly to the foregoing explications on the trusses perpendicular to the bearing walls. But it is to be carefully observed that the straights n o, p q, are there true normals, that is to say, perpendicular to the real shelving of the side's pane of the roofing, equal to the one of such a fictitious right rafter. The heights Z o, Z q, from the crowning point, ought to be carryed on the axe-line of the following figures, for determining on each of them their own lines n o, p q, which don't be there perpendicular to the rafters, and are abusively called *slanting of the purlins*, since they don't show the shelving of none of the purlin's faces : on the vertical description of the oblique trusses, those lines n o, p q, are traces of the one of the purlin's faces on a vertical plan parallel to the oblique truss; and consequently we will call them *traces of the normal plan.*

Through every intersecting point of that *Fig. 296*, bring parallely to the axe-line *Z Q*, on the *Fig. 294 bis*, straights untill to the edge-line of the small hip *c Q :* so *c c* and *d d* shall determine the point *c* as the but-end, *d* as the neck of the rafter's heels on the wall-plate; *e e*, *f f*, *g g* and *h h*, shall like give the but-ends and necks of the heels and mortises of the small and principal rafters on the hammer-beam; it shall be the same for the points i, j, l, m, of the *Fig. 296.*

187. Draw another axe-line *Z Q*, *Fig. 297*, perpendicular to the trace 4 *Q*, or parallel to the end's wall; and parallely to it, bring straights through every one of the points *c*, *d*, *e*, *f*, &c., found on the horizontal projection of the edge-line *c Q :* thus you can trace the vertical projection of the second auxiliary truss, supposed perpendicular to the end's wall, and called by the practisers *end's right rafter.* You shall see easily that it contains the same combinations of timbers shown on the *Fig. 296*, quoted with the same letters, and established at the same height's points; and carefully apply to it the remark made in the first auxiliary description, on the normals n o, p q. Besides, the explications of the n.os 98, 99 and 103, being sufficient for all the special details of such a draught, it shall be enough to send back to them.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

particuliers du tracé de ces figures, nous nous contenterons d'y renvoyer.

188. La *Fig. 298* est la description verticale de la ferme oblique de long-pan qui reçoit la croupe, dessinée sur la trace horizontale 1 *Q*, *Fig. 294*, de la coupe faite sur le milieu de son épaisseur. Elle présente encore les mêmes combinaisons et assemblages, et ne diffère de la *Fig. 296* que par la longueur des pièces de bois. La *Fig. 299* présente l'autre moitié de la même ferme, dessinée pour faire voir la face qui est du côté de la croupe, l'excès de la longueur des pièces de bois, et celui de leur écarrissage, qui est renforcé à raison des délardemens que le plus grand nombre d'entre elles doit subir. La *Fig. 300* montre pareillement la demi-ferme oblique de croupe, dessinée sur la trace horizontale 5 *Q*, *Fig. 294*, d'après la demi-ferme droite, *Fig. 297*, et vue du côté du grand arêtier. On voit, dans ces deux dernières figures, les délardemens que doivent éprouver les diverses pièces de bois, quand on observe, dans l'exécution, le biais intérieur aussi bien que l'extérieur : le tracé de ces délardemens a été suffisamment expliqué n.° 176.

189. La *Fig. 301* est le profil du petit arêtier, et la *Fig. 302* celui du grand, montrant l'une et l'autre la face qui est du côté de la croupe, dessinées chacune respectivement sur la trace horizontale qui en existe aux *Fig. 294 ter* et *295 ter*. On voit encore dans ces deux figures les mêmes combinaisons de pièces de bois, cotées des mêmes signes littéraux et assujetties aux mêmes points de hauteur ; tellement que o et q y ont été placées aux mêmes distances du sommet que les points correspondans le sont dans la *Fig. 297*, et qu'ils établissent ainsi ce qu'on appelle dans la pratique *le devers des pannes de croupe*. Si l'on voulait faire la projection de l'autre face verticale des mêmes arêtiers, il faudrait prendre ces hauteurs dans la *Fig. 296*, pour établir par leur moyen le devers des pannes de long-pan. On voit aussi dans ces deux figures les délardemens des diverses pièces qui doivent y être soumises. Mais, si l'ouvrage que l'on doit exécuter exigeait aussi les recreusemens, on y procéderait comme nous l'avons enseigné n.° 107.

Remarque. Lors même que les fermes et les demi-fermes sont biaises, comme dans cet exemple, si l'intérieur du comble ne doit pas être apparent, on fera bien de se dispenser d'exécuter les délardemens et les recreusemens, n'y ayant de rigueur que les délardemens des faces du lattis et les recreusemens des tasseaux d'arêtiers. On peut employer les pièces dans leur état d'écarrissage primitif, mais en faisant de faibles entailles à deux des arêtes des arêtiers et à une face des arbalétriers, pour pouvoir opérer la juxta-position des pannes.

190. La *Fig. 304* présente la description d'extension [la herse] d'un comble ainsi composé de fermes obliques, et dont nous allons expliquer le tracé, à cause de sa configuration. A l'extrémité d'une droite 4z, égale à l'apothème [chevron carré] de la croupe g x, *Fig. 297*, élevez une perpendiculaire 3, 6, que vous ferez égale à la ligne d'about de l'arbalétrier de croupe, en portant respectivement de part et d'autre du point 4, en 3 et en 6, *Fig. 304*, les distances 4, 3, et 4, 6, des *Fig. 294 ter* et *295 ter* : en menant les lignes d'arête z3 et z6, vous aurez, dans le triangle 3z6, l'extension réelle de la croupe. Pour avoir celles des triangles de long-pan, qui sont comprises depuis les arêtiers jusqu'à la ferme oblique, du centre z décrivez de petits arcs indéfinis de part et d'autre, vers 1 et vers 7, *Fig. 304*, en prenant pour rayon la longueur de l'arbalétrier de ferme oblique gx, *Fig. 298* ou *299* ; et coupez-les chacun par un autre arc décrit en prenant respectivement pour centres les extrémités des lignes d'arêtes 3 et 6, et pour rayons les portions correspondantes des lignes d'about de long-pan 3, 1, ou 6, 7, *Fig. 294 ter* ou *295 ter* : ensuite, des

Und da die in N.° 98, 99 und 103 gegebenen Beschreibungen zur Erklärung hinreichend sind, so verweisen wir dahin.

188. Die *Fig. 298* ist die verticale Vorstellung vom schrägen Binder an der langen Dachseite, an welchem der Walmen angelegt wird. Die Zeichnung desselben ist nach der horizontalen Vorstellung 1 *Q*, *Fig. 294*, des aus der Mitte seiner Dicke genommenen Durchschnitts geschehen. Diese Figur enthält wiederum die nämlichen Zusammensetzungen, und unterscheidet sich von *Fig. 296* bloss durch die Länge der Hölzer. Die *Fig. 299* enthält die andere Hälfte des nämlichen Binders. Man sieht darin die nach dem Walmen zu stehende Seite, die grosse Länge der Hölzer und ihre Stärke, welche bei den meisten, des Abholzens wegen, vermehrt werden muss. Die *Fig. 300* zeigt gleichergestalt den halben schrägen Walmenbinder, welcher von der horizontalen Vorstellung 5 *Q*, *Fig. 294*, nach dem halben geraden Binder *Fig. 297*, gezeichnet, und nach der Seite des grossen Gradsparrens zu dargestellt ist. Diese beiden letztern Figuren zeigen das Abholzen, welches bei den verschiedenen Hölzern Statt haben muss, wenn die schräge Richtung im Innern und Aeussern gehörig angeordnet werden soll. Die Zeichnung dieses Abholzens ist sattsam in N.° 176 beschrieben worden.

189. Die *Fig. 301* ist das Profil vom kleinen Gradsparren, und die *Fig. 302* das vom grossen. Beide zeigen die nach dem Walmen zu stehende Seite, welche bei jedem nach der in *Fig. 294 ter* und *295 ter*, enthaltenen horizontalen Vorstellung gezeichnet ist. Diese Figuren enthalten übrigens die nämlichen Zusammensetzungen, welche mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet und nach den nämlichen Höhenpunkten bestimmt sind ; so dass also o und q in dem nämlichen Höhenabstande angelegt worden sind, wie die correspondirenden Punkte in *Fig. 297*, und dass sie solchergestalt das bezeichnen, was man in der Bausprache *die schiefe Walmenfettenseite [devers des pannes de croupe]* nennt. Wollte man die andere verticale Seite der nämlichen Gradsparren darstellen, so müsste man diese Höhen in *Fig 296* nehmen, um vermittelst ihrer, die schiefe Fettenseite an der langen Dachseite zu bestimmen. Diese beiden Figuren enthalten ferner das Abholzen der verschiedenen Hölzer. Müssten ausserdem noch Hölzer ausgelocht werden, so verführe man wie in N.° 107 gezeigt worden.

Bemerkung. Ohnerachtet, wie im gegenwärtigen Falle, die ganzen und halben Binder schräg seyn müssen, so kann man dennoch, wenn das innere Dach nicht sichtbar werden soll, das Abholzen und Auslochen unterlassen, indem das erstere bloss bei den Seiten am Lattenwerke, und das letztere an den Gradsparrenwürfeln nöthig ist. Die Hölzer können, wie sie sind, in ihrer ersten Stärke gelassen werden, und man macht, um die Stuhlrähmen aufzusetzen, bloss schwache Einschnitte an zwei Gradsparrenkanten und an einer Stuhlsäulenseite,

190. Die *Fig. 304* zeigt die ausführliche Darstellung eines aus solchen schrägen Bindern zusammengesetzten Dachstuhls, dessen Zeichnung wir jetzt erklären wollen. Man richte an dem Ende einer geraden Linie 4z, welche dem Walmenapotheme gx, *Fig. 297* gleich ist, eine Perpendicularlinie 3, 6, auf, welche man der Endlinie der Walmenstuhlsäule gleich macht, indem man zu beiden Seiten des Punktes 4, nach 3 und nach 6, *Fig. 304*, die Abstände 4, 3, und 4, 6, der *Fig. 294 ter* und *295 ter* trägt ; zieht man sodann die Kantenlinien z3 und z6, so erhält man in dem Triangel 3z6 die wahre ausführliche Zeichnung des Walmens. Um die der Triangel an der langen Dachseite, welche zwischen dem Gradsparren und dem schrägen Binder begriffen sind, zu erhalten, so beschreibe man aus dem Centro z, kleine unbestimmte Bogen von beiden Seiten nach 1 und nach 7, *Fig. 304*, wobei man die Länge der Stuhlsäule an dem schrägen Binder, gx, *Fig. 298* oder *299* zum Radius nimmt ; und durchschneide jeden derselben vermittelst eines andern beschriebenen Bogens, wobei man die Enden der Kantenlinien 3

188. The *Fig. 298* shows the vertical description of the oblique truss of the side which receives the end, drawn on the horizontal trace 1 *Q*, *Fig. 294*, of the its thickness's middle cut. It contains again the same combinations and framings, and does not differ from the *Fig. 296* but by the length of the timbers. The other half part of the same truss has been designed on the *Fig. 299* for expressing the face seated towards the end, and the excess of the timbers's length and squareness, which is increased according to the shavings to be made on many of them. The *Fig. 300* shows alike the oblique half-truss of the end, designed on the horizontal trace 5 *Q*, *Fig. 294*, accordingly to the perpendicular truss of the *Fig. 297*, as to the face seated towards the ground's acute angle, or the great hip. On both that latter figures, are seen the shavings to be made to the diverse timbers, when the sloping is observed inwardly as well as outwardly. The draught of such shavings has been sufficiently explained n.r 176.

189. The *Fig. 301* and *302* are the profiles of the less and great hips, both showing the face seated towards the end, and respectively designed on the horizontal trace of each, being on the *Fig. 294 ter* and *295 ter*. Are seen also on those figures the same combinations of timbers, stamped with the same letters, and seated at the same height's points ; so that o and q are distanced here from the top, as on the *Fig. 297*, and so determine the *warping of the end's purlins*, as the practisers say. If one would project the opposite vertical faces of the same hips, those height's points ought to be taken off on the *Fig. 296*, for determining the warping of the side's purlins. The shavings of the diverse timbers are seen also on two that figures ; but, if the building to be performed would require alike the grooving of the edge's timbers, it could be proceeded as it is explained n.r 107.

Remark. Although the trusses and half-trusses are slope, as in that example, if the inward of the roofing would not be apparent, one should goodly dispense with working the shavings and groovings ; the shaving of the lathing faces and the grooving of the hip's stoppers being only necessary. The timbers can be employed with their own primitive squareness, by the means of feeble notches made on two edges of the hips and one of the faces of the principal rafters, in order to apply the purlins to them.

190. The *Fig. 304* shows the extent's description [ledgement] of such a roof with oblique trusses, whose behold the draught on account of its peculiar configuration. On the end of a straight 4z, equal to the end's apothem [right rafter] gx, *Fig. 297*, lift a perpendicular 3, 6, equal to the abutment's line of the end's rafter, by carrying respectively on each side of the point 4, *Fig. 304*, the distances 4, 3, and 4, 6, *Fig. 294 ter* and *295 ter* : if you trace the edge's line z3, z6, the triangle 3z6 shall be the real extent of the end. As to the ones of the side's triangles, contained between the hips and the oblique truss, from the center z, with the radius gx, *Fig. 298* and *299*, the length of the principal rafter of the oblique truss, trace two small arcs, on both sides, towards 1 and 7, *Fig. 304* ; and cut each of them with another arc described by taking as rays the corresponding parts of the butment's lines of the sides 3, 1, or 6, 7, *Fig. 294 ter* or *295 ter*, and as centers, the extremities of the respective edge's lines 3 and 6 : then trace through the intersecting points 1 and 7, the straights 1, 3 ; 1, z, and 7, 6 ; 7z. It needs after only to add the apothem of

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

points d'intersection 1 et 7, menez les droites 1,3; 1z et 7,6; 7z. Il ne reste plus qu'à y ajouter l'apothème du long-pan de l'angle obtus, et la ligne milieu de la demi-ferme oblique de croupe, en prenant les distances 3, 2, et 4, 5, *Fig. 294 ter*, et les portant aux places correspondantes de la *Fig 304*, où les mêmes points ont les mêmes cotes indicatives.

191. Sur cette même *Fig. 304*, nous avons tracé sur la ligne 9z le chevron du grand arêtier, auquel nous avons appliqué une petite description auxiliaire qui montre sensiblement à l'œil les points où doivent passer les lignes des délardemens du chevron et celles des démaigrissemens pour les coupes supérieures des empanons de la croupe et du long-pan; mais, pour rendre cette description auxiliaire plus intelligible, nous l'avons dessinée séparément et plus en grand, *Fig. 305*.

Soit l'angle 8, 9, 10, égal à celui du plan, *Fig. 295 ter*, coté des mêmes nombres; la ligne 9*Q*, la projection horizontale de l'arête au lattis dudit chevron; et *Q*9x, l'angle de sa pente, en considérant la trace 9*Q* comme sa ligne de trave. Soient encore le point *K*, pris à volonté sur la droite 9*Q*, et la ligne *JL* perpendiculaire à 9*Q*, et passant par le point *K*. La ligne *JL* étant la trace d'un plan vertical de forme triangulaire dont la hauteur serait *Km;* si l'on reporte cette hauteur de *K* en a au moyen de l'arc *m*a, décrit du centre *K*, et qu'on joigne a*L* et a*J*, le triangle *LaJ* montrera la forme du plan vertical sur la sous-tendante *JL*. (Voyez ce qui a été expliqué pour la *Fig. 289 bis*, n.° 182.)

Supposons présentement que la ligne 9x se rabatte par un mouvement sur sa projection 9*Q*, sans quitter le point 9 : son point *m* décrira, dans ce mouvement, un arc vertical égal à l'arc *ma*, et viendra se placer en *a*, c'est-à-dire, à une distance du point 9 qui sera égale à 9 *m*. Ce déplacement entraine nécessairement celui des lignes a*L* et a*J*, qui appartiennent par elles-mêmes au lattis, et que l'affaissement de 9x fait aussi affaisser et place dans une position horizontale, sans altérer ni la longueur de ces lignes, ni la distance de leurs extrémités au point 9; en sorte que les points *L* et *J* doivent être à la même distance de *a* qu'ils l'étaient de a, et encore du point 9, comme on le voit par les arcs *LL'* et *JJ'*, décrits du point 9 comme centre. Alors on a réellement la herse de ces deux pans de couverture dans l'angle 8'*L'*9*J'*10'; et *J'aL'* représente sur cette herse l'angle supérieur du triangle vertical dont il a été parlé d'abord, mais incliné d'une quantité égale à la pente réelle du grand arêtier, et ainsi devenu lui-même horizontal.

Supposons encore que le mouvement qui a converti l'angle *LaJ* en *L'aJ'*, ait divisé le polygone alfej, en l'ouvrant sur la ligne ad, comme sur une charnière placée en a : l'effet de la supposition donne les quadrilatères *alfd* et *ad'ej*, en prenant le rayon ad pour tracer l'arc gdi, traçant du centre *a* l'arc *gi* avec le même rayon, portant al et aj en *al* et *aj*, prenant les arcs partiels gd, id, les portant respectivement en *gd* et *id'*, joignant *ad* et *ad'*, et menant enfin à ces dernières les parallèles *lf*, *je*, et les perpendiculaires *df* et *d'e :* une parallèle à 9*Q*, passant par le point *l*, montre évidemment la ligne d'arête du délardement dans la herse; et celle qui passe en *f*, montre le démaigrissement des empanons de long-pan : celle qui passe par le point *j*, montre pareillement l'arête de délardement en herse; et celle qui passe en *e*, les amaigrissemens des empanons de croupe.

und 6, zu Mittelpunkten, und die correspondirenden Theile der zu den langen Dachseiten gehörigen Endlinien 3, 1, oder 6, 7, *Fig. 294 ter*, oder *295 ter*, zu Radiis nimmt; endlich zieht man aus den Durchschnittspunkten 1 und 7 die geraden Linien 1,3; 1z und 7, 6; 7z; und fügt zuletzt noch das Apothem des stumpfen Winkels an der langen Dachseite und die Mittellinie des halben schrägen Walmenbinders hinzu, indem man die Abstände 3, 2, und 4, 5, *Fig. 294 ter*, nimmt, und sie an die correspondirenden Stellen der *Fig. 304* trägt, wo die nämlichen Punkte mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet sind.

191. Wir haben in dieser letztern Figur auf der Linie 9z, den Sparren am grossen Gradsparren gezeichnet, und dieser Zeichnung eine Beschreibung beigefügt, welche die Punkte andeutet, durch welche die Linie zum Abholzen des Sparrens, so wie die obern Schnittlinien der Walmen- und Dachseitensparren hindurchgehen. Wir haben diese Beschreibung, um sie verständlicher zu machen, in *Fig. 305* ausführlicher gezeichnet.

Der Winkel 8, 9, 10, sey gleich dem des Grundrisses *Fig. 295 ter*, welcher dieselben Zeichen enthält; die Linie 9*Q*, sey die horizontale Vorstellung der Sparrenkante am Lattenwerke, und *Q*9x, der Winkel, den die Neigung des Sparrens bildet, wobei die Linie 9*Q* als Stuhlwandlinie angenommen wird. Ferner wird gegeben der Punkt *K*, welcher willkührlich auf der geraden Linie 9*Q* genommen ist, und die Linie *JL*, perpendicular mit 9*Q*, und durch den Punkt *K* gehend. Die Linie *JL* ist ein verticaler dreieckiger Plan, dessen Höhe *Km* ist; trägt man diese Höhe vermittelst des aus dem Centro *K* beschriebenen Bogens *m*a, von *K* nach a, und zieht a*L* und a*J* zusammen, so zeigt der Triangel *LaJ* die Gestalt des verticalen Plans auf der Sehne *JL* (Man sehe die für *Fig. 289 bis*, gegebene Erklärung, N.° 182.)

Nehmen wir nun an, dass die Linie 9x, sich, ohne den Punkt 9 zu verlassen, auf ihre Projection 9*Q* umlegte; so wird bei dieser Bewegung ihr Punkt *m* einen verticalen, dem Bogen *ma* gleichen Bogen beschreiben, und seinen Platz in *a* nehmen, d. h. in einem Abstande von 9, welcher gleich ist 9*m*. Diese Versetzung veranlasst nothwendigerweise auch die der Linien a*L* und a*J*, welche an und für sich selbst zum Lattenwerke gehören, und welche, weil 9x sich herabgesenkt hat, sich ebenfalls herabsenken, und eine horizontale Stellung annehmen, wobei weder die Länge dieser Linien noch der Abstand ihrer Enden vom Punkte 9 verändert wird; so dass also die Punkte *L* und *J* sich in dem nämlichen Abstande von *a* befinden müssen, wie sie es von a und von dem Punkte 9 waren, wie solches aus den aus dem Punkte 9, als Mittelpunkt beschriebenen Bogen *LL'* und *JJ'* ersichtlich ist. Man erhält alsdann in dem Winkel 8'*L'*9*J'*10', die wahre erweiterte Vorstellung von diesen beiden Dachseiten; und *J'aL'* bezeichnet auf dieser Vorstellung den obern Winkel des gedachten verticalen Triangels, welcher aber um eine dem wahren Abhange des grossen Gradsparrens gleiche Grösse geneigt, und solchergestalt selbst horizontal geworden ist.

Nehmen wir nochmals an, dass die Bewegung, welche den Winkel *LaJ* in *L'aJ'* verwandelte, das Polygon alfej dadurch getheilt habe, dass sie selbiges auf der Linie ad wie auf einem in a angelegten Scharniere aus einander gethan hat, so ergeben sich aus dieser Voraussetzung die Vierecke *alfd*, und *ad'ej;* und nimmt man sodann den Radius ad, um den Bogen gdi zu zeichnen, und beschreibt aus dem Mittelpunkte *a* den Bogen *gi*, mit dem nämlichen Radius; trägt ferner al und aj nach *al* und *aj*, nimmt die einzelnen Bogen gd, id, und trägt sie, den einen nach *gd* und den andern nach *id'*, zieht *ad* und *ad'* zusammen, und bringt endlich zu diesen letztern Linien die Parallellinien *lf*, *je*, und die Perpendicularlinien *df* und *d'e;* so giebt eine mit 9*Q* Parallellinie, welche durch den Punkt *l* geht, die erweiterte Zeichnung der abzuholzenden Theile; aus derjenigen Parallellinie aber, welche

the side belonging to the obtuse angle, and the middle line of the oblique end's half-truss; by taking off, *Fig. 294 ter*, the distances 3, 2, and 4, 5, and carrying them on the corresponding places of the *Fig. 304*, where the same points are quoted with the same numbers.

191. On the same *Fig. 304*, we have designed along the edge-line 9z the rafter of the great hip, and applied to it a less auxiliary description for showing the passage-points of the shaving-lines of such a rafter, and the ones of the upper-bevel-cut [ungreasing]: but, in order to facilitate the understanding of that auxiliary draught, we have traced it aside and with a larger scale, *Fig. 305*.

Let be the angle 8, 9, 10, equal to the one of the plan, *Fig. 295 ter*, stamped with the same numbers; the straight 9*Q*, the horizontal projection of the lathing-edge of such a rafter; and *Q*9x, the angle of its own shelving on its trave-line 9*Q*. Let also bring at will the straight *JL*, perpendicular to 9*Q*, and the vertical *Km*, traced through the intersection *K*. Such a straight *JL* is the trace of a vertical triangular plan, whose height shall be *Km;* then, by describing the arc *m*a, and tracing a*L* and a*J*, the triangle *LaJ* shows the vertical plan supposed on the subtense *JL*. (See the explication made on the *Fig. 289 bis*, n.r 182.)

Let us now suppose the straight 9x abated down by movement on its point 9 : the point *m*, in such a motion, shall describe a vertical arc equal to *ma*, and occupy the point *a*, distanced from 9 as the point *m* itself. That displacing drags necessarily the one of the lines a*L* and a*J*, which are on the lathing, and become themselves horizontal, without any alteration of length, or of the distances where the extremities of them are from the said point 9; thus the points *L* and *J* ought to be seated at the same distances from 9, and distanced from *a* as they were from a, as it is seen on the arcs *LL'* and *JJ'*, described from the center 9. Then the angle 8'*L'*9*J'*10' shows the real ledgement of those two roofing's panes; and *J'aL'*, the superior angle of the said vertical triangle, but alterated as for the angle's opening, by becoming horizontal.

Let us suppose at last that the movement which has turned the angle *LaJ* into *L'aJ'*, has also divided the polygon alfej into two parts by opening it along ad, as on a hinge seated at the point a : from thence shall result the two trapeziums *alfd* and *ad'ej*, by describing the arc gdi with the ray ad, and the one *gi* from the center *a* with the same radius; carrying al and aj on *al* and *aj*, taking off the partial arcs gd, id, and transfering them respectively on *gd* and *id'*; joining *ad* and *ad'*, and bringing parallely to that last lines the straights *lf* and *je*, and the perpendiculars *df* and *d'e :* a parallel to 9*Q*, brought through the point *l*, shows evidently the edge-line of shaving on the ledgement; and the one passing at *f*, the bevel-cut [ungreasing] of the shorted rafters of the side : the one brought through *j* shows alike the shaving on ledgement; and the one at *e*, the bevel-cut belonging to the end's rafters.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Trait d'un Noulet biais.

A cause de la disposition des parties du dessin nécessaire pour tracer les pièces d'un noulet, quand sa ligne de couronnement n'est point perpendiculaire à la ligne d'égout du grand comble, il est à propos d'expliquer d'abord le tracé de ses principales descriptions que présente la *Fig. 306.*

192. Soit cd la projection horizontale de l'égout du grand comble; ef et gh, celles des deux égouts du petit, que l'on voit être obliques à la première, ainsi que sa ligne de couronnement ji. Le triangle lin est la projection verticale d'une ferme droite du petit comble, ayant mi pour hauteur, et pour pente l'angle ilm: cette ferme est supposée perpendiculaire aux murs de long-pan, comme on le voit par sa projection horizontale op. On voit en $o'p'$ la projection d'une autre ferme du petit comble, mais oblique, et que nous avons placée en dehors du grand comble, par les raisons expliquées n.° 136. C'est celle-ci qui, dans le noulet biais, remplit la fonction de celle qu'on appelle *fermette* dans le noulet droit; mais le triangle lin forme en même temps la projection verticale et de la ferme oblique, et de la ferme penchée du noulet (137).

Pour former la projection horizontale de la ferme penchée qui termine le petit comble à la surface du lattis du grand, sur une ligne indéfinie ac, on a d'abord établi la pente du grand comble ab; et ayant fait la perpendiculaire ai' égale à la hauteur du noulet mi, et mené $i'b$ parallèle à ac, cette ligne $i'b$ serait la ligne de couronnement du noulet, si celle-ci était perpendiculaire à la direction de l'égout du grand comble. On a donc élevé à cd la perpendiculaire jb', qu'on a faite égale à $i'b$, et, en menant $b'k$ parallèle à cd, on a eu jk pour la projection horizontale de la ligne de couronnement du noulet: en sorte que les droites ek et hk sont celles des branches du noulet. Nicolas Fourneau appelle cette ligne jk, *aiguille oblique;* et il nomme *aiguille droite* la perpendiculaire kq, qui est ici égale à la ligne de couronnement: ce sont proprement les projections horizontales [retombées] de l'axe et de l'apothème de la ferme penchée du noulet.

Pour obtenir l'étendue réelle [la herse] de cette ferme penchée, après avoir mené à la ligne de couronnement $imjk$ les perpendiculaires indéfinies kk', jj', on a tracé parallèlement à la même ligne les indéfinies xm', $k'i''$, espacées de la quantité mi, qui est la hauteur du noulet; puis on a porté de x sur xm' les longueurs kh et ke en h' et e'; et l'on a mené $k'e'$, $k'h'$ et $k'j'$, qui sont ainsi les longueurs réelles respectives ou projections verticales directes des droites projetées horizontalement en ke, kh et kj, et verticalement en il, in et im. Alors on a mené à la ligne d'égout cd une parallèle $e''h''$, et les perpendiculaires ee'', jj'' et hh''; et, prenant successivement pour centres e'' et h'', et pour rayons respectifs $e'k'$ et $h'k'$, on a tracé deux petits arcs qui se coupent en k''; et l'on a mené les droites $k''e''$, $k''h''$ et $k''j''$, lesquelles, avec $e''h''$, qui est nécessairement égale à eh, ont donné la forme et la grandeur réelles de la ferme penchée qui termine le noulet à la surface du grand comble.

193. Les lettres de cette figure, appliquées aux points correspondans des *Fig. 307, 308, 309, 311* et *314*, font voir que le principal tracé de ces dernières a été fait conformément à ce qui vient d'être expliqué: la combinaison des pièces de bois

Zeichnung einer schrägen Kehle.

Die Anordnung der Zeichnung, nach welcher die Hölzer an einer Kehle, wenn deren Kranzlinie mit der Dachrinnenlinie des grossen Daches nicht perpendicular ist, zusammengestellt werden, macht es nothwendig zuerst die vornehmsten in *Fig. 306* enthaltenen Zusammenstellungen zu erklären.

192. Es sey cd die horizontale Vorstellung von der Dachrinne am grössen Dache, und ef und gh die der beiden Dachrinnen am kleinen, welche, wie man sieht, mit der ersten Vorstellung schräg gehen, was auch mit der Kranzlinie ji der Fall ist. Der Triangel lin ist die verticale Vorstellung eines geraden Binders am kleinen Dache; derselbe hat mi zur Höhe, und den Winkel ilm als Neigung. Dieser Binder wird, wie man aus dessen horizontalen Vorstellung op ersieht, mit den Mauern an der langen Dachseite perpendicular angenommen. Ein anderer zum kleinen Dache gehöriger Binder ist bei $o'p'$ zu sehen; derselbe ist aber schräg, und aus den in N.° 136 angezeigten Ursachen ausserhalb des grossen Daches angelegt worden. Dieser Binder leistet bei der schrägen Kehle das, was der kleine Dachbinder bei der geraden Kehle leistet; indessen stellt der Triangel lin zu gleicher Zeit beide Kehlbinder, sowohl den schrägen als geneigten vertical vor (N.° 137).

Um die horizontale Vorstellung des geneigten Binders, mit welchem sich das kleine Dach an der Lattenseite des grossen endigt, zu zeichnen, ist zuvörderst auf einer unbestimmten Linie ac die Neigung des grossen Daches ab angelegt worden; wobei die Perpendicularlinie ai' mit der Kehlhöhe mi gleich gemacht, und $i'b$ parallel mit ac gezogen worden ist; diese Linie $i'b$ würde die Kehlkranzlinie seyn, wenn diese letztere mit der Richtung der Rinne am grossen Dache perpendicular wäre. Diesem zu Folge ist auf cd die Perpendicularlinie jb' aufgerichtet und der Linie $i'b$, gleich gemacht worden; sodann ist $b'k$ parallel mit cd gezogen worden, woraus sich jk als horizontale Vorstellung der Kehlkranzlinie ergeben hat; so dass die geraden Linien ek und hk die Linien zu den Kehlschiftern sind. Nicolaus Fourneau nennt diese Linie jk *schräge Spindel;* die Perpendicularlinie kq aber, welche hier der Kranzlinie gleich ist, nennt er *gerade Spindel:* dieses sind eigentlich die horizontalen Vorstellungen von der Axe und dem Apotheme des geneigten Kehlbinders.

Die verticale Zeichnung dieses geneigten Binders erhält man folgendergestalt: zuvörderst werden auf die Kranzlinie $imjk$, die unbestimmten Perpendicularlinien kk', jj' geführt; man zeichnet sodann parallel mit der nämlichen Linie, die unbestimmten Linien xm', $k'i''$, in dem Abstande der Grösse mi, welches die Höhe der Kehle ist; trägt von x auf xm' die Längen kh und ke, nach h' und e' und zieht $k'e'$, $k'h'$ und $k'j'$, welches solchergestalt die wahren respectiven Längen oder unmittelbaren verticalen Vorstellungen der geraden bei ke, kh und kj horizontal, und bei il, in und im vertical angegebenen Linien sind. Man bringt hierauf zur Dachrinnenlinie cd, eine Parallellinie $e''h''$ nebst den Perpendicularlinien ee'', jj'' und hh''; nimmt nach und nach e'' und h'' zu Mittelpunkten, und $e'k'$ und $h'k'$, zu Radiis, und beschreibt damit zwei kleine Bogen, welche sich bei k'' durchschneiden; zieht ferner die geraden Linien $k''e''$, $k''h''$ und $k''j''$, welche nebst $e''h''$, welches eh nothwendig gleich ist, die wahre Gestalt und Grösse des geneigten Binders geben, mit welchem sich die Kehle am grossen Dache endigt.

193. Die in dieser Figur enthaltenen, und in den *Fig. 307, 308, 309, 311* und *314* zu den correspondirenden Punkten angewendeten Buchstaben zeigen, dass die Hauptzeichnung dieser letztern Figuren nach den vorstehend angegebenen

Draught of a slanting shorted Valley.

On account of the disposal of the drawing's parts necessary for tracing the timbers of a shorted valley, when the crowning of it does not be perpendicular to the eaves-line of the great roof, we will explain forehand the draught of its principal descriptions whom shows the *Fig. 306.*

192. Let be cd the horizontal projection of the eaves of the greater roof; ef and gh, the ones of the eaves-lines of the smaller one, oblique to the first, as well as ji, the projection of the crowning-line. The triangle lin shows the vertical projection of a right truss of the small roof, whose height is mi, and shelving the angle ilm: that truss is supposed perpendicular to the side's wall, as shows its horizontal projection op. See on $o'p'$ the projection of another truss of the same small roof, seated out of the greater roof, according to the remark of the n.r 136. It is that latter oblique truss which makes the office of the one called *small truss* into a right valley; but the triangle lin shows at the same time the vertical projection of the oblique truss, and of the inclined one (137).

For performing the horizontal projection of the inclined truss bounding the less roof at the lathing surface of the greater one, on an indefinite line ac, trace first the shelving ab of the great roof; and lift the perpendicular ai' equal to the height mi of the valley; bring after parallely to ac the straight $i'b$, which should express the crowning-line of the valley, if it could be perpendicular to the eaves of the great roof. Then lift to cd the perpendicular jb', equal to $i'b$, and bring $b'k$ parallel to cd: jk shall be the horizontal projection of the crowning-line of the shorted valley; so that the straights ek and hk shall be the ones of both the branches of the same valley. Nicholas Fourneau calls such a line jk, *the oblique needle;* and *right needle*, the perpendicular kq, which is here equal to the crowning-line: they are really the horizontal projections *[drops]* of the axis and of the apothem of the inclined truss of the shorted valley.

In order to obtain the real extent [ledgement] of such an inclined truss, after having brought to the crowning-line $imjk$ the indefinite perpendiculars kk', jj', we have traced parallely to the same line the indefinite straights xm', $k'i''$, distanced from each other as mi, viz, the height of the shorted valley; then the distances kh and ke have been carryed from x at h' and e', on the lengthening of xm'; and the straights $k'e'$, $k'h'$ and $k'j'$, are the real respective lengthes and vertical direct projections of the lines horizontally projected on ke, kh and kj, and vertically on il, in and im. Thus, to the eaves-line cd, have been brought the perpendiculars ee'', jj'' and hh'', and the parallel $e''h''$, distanced at will; and taking successively e'' and h'' as centers, and $e'k'$, $h'k'$, as respective rays, two small arcs have intersect each other on k''; and the straights $k''e''$, $k''h''$ and $k''j''$, with $e''h''$, which is necessarily equal to eh, have performed the shape and real greatness of the inclined truss which bounds the shorted valley at the surface of the great roof.

193. The letters of that figure, applied to the corresponding points of the *Fig. 307, 308, 309, 311* and *314*, show that the principal draught of that latters has been done accordingly to the foregoing explications. The disposal of the timbers com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui composent la ferme droite *Fig. 309*, étant dessinée comme aux articles précédens, n'a plus besoin d'explication. La projection horizontale d'une partie du petit comble, *Fig. 308*, sera aussi dessinée selon les procédés ci-devant expliqués; cette même figure montre aussi que les chevrons de la partie appelée *noulet* y sont disposés perpendiculairement à la ligne de couronnement *JK*. La ferme oblique, *Fig. 310*, sera aussi tracée comme nous l'avons enseigné n.os 185 et 186.

194. Pour exécuter dans la description horizontale, *Fig. 308*, le tracé des projections des arêtes de la grande branche de la ferme penchée, nous avons opéré comme il suit. Nous avons d'abord supposé un plan vertical qui coupe le noulet perpendiculairement à sa ligne de couronnement; de sorte que ab est une partie de la trace de ce plan vertical sur un plan horizontal qui passerait au point a, lequel appartient en commun au lattis du vieux comble et à l'arête inférieure et extérieure de la branche de noulet. Sur le prolongement de ab, nous avons construit la description auxiliaire, *Fig. 312*, dont la ligne *ab* a été faite de même longueur que ab: nous lui avons élevé la perpendiculaire indéfinie *bc*; après quoi la considération suivante nous en a fait obtenir la longueur. Pour connaître la situation du point a entre la base du comble et le couronnement du noulet, il faut porter la portion *E*a de la projection horizontale *EK*, à la *Fig. 311*, de E en y sur E*x*, qui est la ligne de trave de cette dernière figure; et par le point y, mener yc perpendiculaire à E*x*: son intersection b sur EK représente sur cette figure le point a de la *Fig. 308*; yb est la hauteur où se trouve, au-dessus de la base du comble, le point projeté en a, *Fig. 308*; et bc, *Fig. 311*, la longueur qu'il faut reporter à la *Fig. 312* de *b* en *c*, pour y avoir en *c* la hauteur du couronnement par rapport au point *a*. Ainsi, en menant *ac*, on a la projection verticale du lattis du chevron, à laquelle on menera une parallèle *dh*, qui, en exprimant sa largeur, en sera la trace au lambrissage. Parallèlement à l'égout du vieux comble, on a mené dans cette figure la ligne *ae*; et l'épaisseur de la croix de Saint-André y est la ligne *hf*: mais cette épaisseur a été prise verticalement sur la *Fig. 311* de e en f. Par le point d'intersection *h* des deux dimensions, on a mené *hg* perpendiculaire à *ac*: cette ligne *gh* sera la trace verticale de la face de la branche de noulet qui reçoit l'assemblage des chevrons; et *hi*, celle de la face qui reçoit l'assemblage des branches de la croix de Saint-André: les lignes *gk*, *hj*, sont perpendiculaires à *ab*. On prendra donc sur cette description auxiliaire les longueurs *ak*, *aj*, que l'on portera sur l'horizontale, *Fig. 308*, de a en k et j; et les parallèles à *EK* menées par les points k, j, seront les projections horizontales des arêtes de la grande branche de noulet, où s'assemblent les chevrons et les branches de la croix de Saint-André.

Pour reporter ces lignes d'arêtes dans la description d'extension de la ferme penchée, *Fig. 314*, il faut d'abord y fixer la position du point a de la *Fig. 308*, en prenant la longueur réelle Eb, *Fig. 311*, qui est projetée horizontalement en *E*a, *Fig. 308*, et la portant de E en a, *Fig. 314*. On observera ensuite qu'en rabattant la ferme penchée sur la base du comble par un mouvement exécuté sur la ligne d'égout, comme sur une charnière, pour opérer la description d'extension, il ne se fait de changement que dans la longueur de la branche de noulet et dans l'angle qu'elle forme alors avec la ligne de trave; mais que les dimensions perpendiculaires à sa longueur n'éprouvent aucun changement. On tracera donc au point a, *Fig. 308*, la droite 1, 2, faisant avec la ligne d'égout *EH* un angle égal à celui du développement KEH, *Fig 314*; et on lui

Erklärungen ausgeführt worden sey: und da die Zusammensetzung der zu dem geraden Binder, *Fig. 309* gehörigen Hölzer nach Maasgabe der vorigen Figuren gezeichnet worden ist, so bedarf auch sie keiner weitern Erklärung. Die horizontale Vorstellung von einem Theile des kleinen Daches, *Fig. 308*, wird ebenfalls auch nach der vorstehend angegebenen Verfahrungsweise gezeichnet. Diese nämliche Figur zeigt ferner, dass die Sparren an der Kehle daselbst mit der Kranzlinie *JK* perpendicular angeordnet worden sind. Was den schrägen Binder *Fig. 310* anbetrifft, so wird er nach den in N.° 185 und 186 gegebenen Erklärungen gezeichnet.

194. Die Kanten des zum geneigten Binder gehörigen grossen Schifters sind in der horizontalen Vorstellung *Fig. 308*, folgendergestalt gezeichnet worden: Wir haben zuvörderst einen verticalen Plan angenommen, welcher die Kehle mit ihrer Kranzlinie perpendicular durchschneidet; so dass ab ein Theil von der Vorstellung dieses Planes auf einer horizontalen Fläche ist, welche zu dem zum Lattenwerke des alten Daches sowohl als zur untern und äussern Kante des Kehlschifters gehörigen Punkte a geht. Wir haben ferner auf der Verlängerung von ab die zugegebene Vorstellung *Fig. 312*, gezeichnet, deren Linie *ab* eben so lang gemacht worden ist als ab, und worauf wir die unbestimmte Perpendicularlinie *bc* errichtet haben. Die Länge hat sich sodann aus folgender Zusammenstellung ergeben: Um den gehörigen Platz des Punktes a zwischen der Dachgrundfläche und dem Kehlkranze auszumitteln, trage man den Theil *E*a der horizontalen Vorstellung *EK*, in *Fig. 311*, von E nach y auf E*x*, welches die Stuhlwandlinie dieser letztern Figur ist; und ziehe durch den Punkt y die Linie yc perpendicular mit E*x*; worauf ihr Durchschnitt b, auf EK, auf dieser Figur den Punkt a der *Fig. 308* giebt: yb ist die Höhe, an welcher sich, über der Dachgrundfläche, der bei a, *Fig. 308*, angedeutete Punkt befindet; und bc, *Fig. 311*, ist die Länge, welche in *Fig. 312* von *b* nach *c*, um deswillen getragen werden muss, um dort in *c* die Kranzhöhe in Bezug auf den Punkt *a* zu erhalten. Zieht man also *ac*, so erhält man die verticale Vorstellung der Sparrenlatten, auf die man eine Parallellinie *dh* führt, welche die Breite dieser Projection angiebt, und zugleich die Linie derselben an der Verschalung seyn wird. Die Linie des durchschneidenden Plans auf dem alten Dache ist in dieser Figur mit *ae*, und die Dicke des Kreuzbuges mit *hf* bezeichnet; jedoch ist diese Dicke auf *Fig. 311* vertical von e nach f genommen. Durch den Durchschneidungspunkt *h*, der beiden Dimensionen, ist *hg* perpendicular mit *ac* geführt worden. Diese Linie *gh*, ist die verticale Vorstellung von derjenigen Schifterseite, an welcher die Sparren angesetzt werden; und *hi* diejenige in welche die Bughölzer eingesetzt werden; die Linien *gk*, *hj*, sind mit *ab* perpendicular. Man nimmt diesem zufolge auf dieser zugegebenen Vorstellung die Längen *ak*, *aj*, und trägt sie auf der horizontalen Projection, *Fig. 308*, von a nach k und nach j; worauf die mit *EK* parallelen Linien, welche durch die Punkte k, j, gezogen worden sind, die horizontalen Vorstellungen derjenigen Kanten an dem grossen Kehlschifter seyn werden, an denen die Sparren und Bughölzer eingesetzt werden.

Um diese Kantenlinien in die erweiterte Zeichnung des geneigten Binders *Fig. 314* herüberzutragen, so muss daselbst zuvörderst der Standort des in *Fig. 308* befindlichen Punktes a festgesetzt werden; man nimmt zu diesem Ende die wahre Länge Eb, *Fig. 311*, welche bei *E*a, *Fig. 308*, horizontal angedeutet ist, und trägt sie von E nach a, *Fig. 314*. Man wird sodann gewahr werden, dass wenn wegen der zu machenden erweiterten Zeichnung, der geneigte Binder vermittelst einer auf der Dachrinnenlinie geschehenen scharniermässigen Bewegung auf die Dachgrundfläche umgelegt wird, so hat bloss bei der Länge des Kehlschifters und bei dem Winkel, den er sodann mit der Stuhlwandlinie bildet, eine Veränderung Statt, und dass dagegen die mit seiner Länge perpendicular gehenden Dimensionen keine Veränderung erleiden. Die-

pounding the right truss, *Fig. 309*, being drawn as the preceding ones, does not need any explanation. The horizontal projection of a part of the small roof, *Fig. 308*, shall be like traced accordingly to the former methods; the rafters of the shorted roof are seen on the same figure disposed perpendicularly to the crowning-line *JK*. The oblique truss, *Fig. 310*, shall be like drawn as it is taught at the n.os 185 and 186.

194. The horizontal projections of the edges of the greater branch of the inclined truss, have been traced on the *Fig. 308* as it follows. Suppose a vertical plan cutting the small roof perpendicularly to its own crowning-line; so that ab may be a part of the trace of that plan, on an horizontal one passing through the point projected on a, which belongs at the same time to the lathing of the great roof and to inferior out-edge of the valley's branch. On the lengthening of that straight ab, we have established an auxiliary description, *Fig. 312*, wherein the line *ab* has been done equal to ab; and perpendicularly to it has been lifted the indefinite straight *bc*, whose length has been determined after the following consideration. In order to discover the height of that proposed point a between the roof's basis and the valley's crown, take off, on the *Fig. 308*, the part *E*a of the horizontal projection *EK*; and carry it on the *Fig. 311*, from E at y along E*x*, the trave-line of that latter figure; then, through y, lift yc perpendicular to E*x*: the intersection b of yc with EK represents on that latter figure the point a of the *Fig. 308*; yb is the height of the said point over the point a, the its own dropping on the *Fig. 308*; and bc, *Fig. 311*, is to be carryed on the *Fig. 312* from *b* at *c*, for determining at *c* the height of the crown with regard to the point *a*. Then the straight *ac* shows the vertical projection of the rafter's lathing; and the parallel *dh*, traced accordingly to the breadth of that rafter, shows the ceiling trace of it. The straight *ae* is the vertical trace of an horizontal plan passing through the point a, and the thickness of the Saint-Andrew's cross, as well as of the other timbers of the inclined truss, has been taken off vertically from e at f, *Fig. 311*, and expressed with *hf* parallel to *ae*, *Fig. 312*. Through the intersection *h*, trace perpendicularly to *ac* the straight *hg*, which shall be the vertical trace of the branch's face receiving the framing of the rafters; and *hi*, the one of the face wherein the branches of the Saint-Andrew's cross ought to be framed: the lines *gk*, *hj*, are perpendicular to *ab*. Then take off on that auxiliary description the distances *ak*, *aj*; and carry them on the horizontal one, from a at k and j; and through the points k, j, bring parallely to *EK* the horizontal projections of the faces of the great branch of the shorted valley, which receive the framings of the rafters and of the branches of the Saint-Andrew's cross.

In order to carry such edge-lines on the extent's description of the inclined truss, *Fig. 314*, it is forehand to be fixed there the site of the point a of the *Fig. 308*, by taking off the real length Eb, *Fig. 311*, horizontally projected on *E*a, *Fig. 308*; carrying it from E at a, *Fig. 314*. You shall observe after that when one pulls down the inclined truss on the roofing-basis by a motion performed on the eaves-line, as on a hinge, for realizing the extent's description, the length of the branch and its angle with the eaves-line are changed; but the dimensions perpendicular to the length cannot prove any alteration. Then, through the point a, *Fig. 308*, trace the line 1, 2, inclined on the eaves *EH*, as EK on EH, *Fig. 314*; lift a4 perpendicular to 1, 2, and equivalent to the horizontal trace of a section of the branch made perpendicularly to the

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

menera la perpendiculaire a 4, qui se trouvera ainsi équivalente à la trace d'une section de la branche de noulet faite perpendiculairement à sa longueur : en sorte qu'il suffira de prendre les longueurs a 3, a 4, de cette *Fig. 308*, et de les porter, *Fig. 311*, de a en 3 et en 4, pour y mener par les points 3 et 4, parallèlement à EK, des lignes qui y représenteront les arêtes de la grande branche de la ferme penchée, et dans une situation perpendiculaire à son arête EK, contiguë au lattis du grand comble.

195. La *Fig. 312* étant une coupe verticale du chevron, et contenant une coupe verticale de la branche de noulet, les lignes kg, jh, ji, sont des hauteurs de points pris sur trois des arêtes de la branche de noulet, par rapport à un plan horizontal qui passerait au point qui est projeté en a dans la *Fig. 308 :* elles seront donc reportées sur la ligne y c, *Fig. 311*, de b en 5, en 6 et en 7 ; puisque la ligne y c est, dans cette dernière figure, la trace verticale de ce plan coupant. Si, par les points 5, 6, 7, on mène parallèlement à EK les droites 7, 8 ; 6, 9 ; 5, 10; elles formeront avec EK la projection verticale de la branche de noulet, sur laquelle on menera b 10, perpendiculaire à EK, et qui sera une seconde trace d'une section perpendiculaire de la branche de noulet, mais dirigée à angle droit de la première trace déjà trouvée a 4, *Fig. 308* et *314*. On prolongera même de part et d'autre ces lignes 7, 8 ; 6, 9 ; 5, 10; ce qui donnera sur la ligne supérieure du blochet les points 11, 12, 13 et 14 ; et sur la ligne de couronnement IK, les points 15, 16 et 17 : ces divers points seront employés au tracé d'une autre description auxiliaire que l'on voit *Fig. 315*.

196. A une distance arbitraire de la ligne EK de la *Fig. 314*, on menera d'abord une première parallèle 14 bK ; puis trois autres 13, 8, 15 ; 12, 9, 16 ; 11, 10, 17, qu'on espacera de la première, comme le sont de EK, dans la *Fig. 311*, les droites 7, 8 ; 6, 9 ; 5, 10; ce qui s'exécutera en prolongeant la perpendiculaire 4 a de la *Fig. 314*, et y portant du point b en 8, 9 et 10, *Fig. 315*, les distances b 8, b 9, b 10 de la *Fig. 311*. On prendra encore, dans cette *Fig. 311*, les distances de 10 à 11 et à 17, de 9 à 12 et à 16, de 8 à 13 et à 15, et de b à E et à K; on les portera respectivement sur la *Fig. 315*, à partir de sa perpendiculaire b 10 ; et l'on y tracera les droites 11, 12 ; 12, 13 ; 13, 14 ; 17, 16 ; 16, 15, et 15 K, ainsi que les occupations et les mortaises destinées à recevoir les tenons des chevrons de noulet.

La petite branche de la ferme penchée a été tracée par le même procédé, au moyen des *Fig. 313, 311* et *316 :* les caractères littéraux et numériques appliqués à ces dernières figures sont analogues dans chacune ; ce qui nous dispense de toute explication.

197. Les points principaux 31, 32, 33, 34, 35, 36, de la projection de la croix de Saint-André dans la *Fig. 309*, ayant été, au moyen de lignes droites et de quarts de cercle, reportés dans la *Fig. 311*, y ont donné, par leurs intersections sur les lignes EK, HK, JK, des points de longueurs réelles qui ont servi au tracé de la croix de Saint-André dans la description d'extension, *Fig. 314*, en opérant comme il suit. On prendra sur la ligne JK, *Fig. 311*, les distances de J aux points d'intersection des lignes 31 et 32, qu'on portera dans la *Fig. 314*, sur la ligne JK, de J à 31 et 32 : on prendra aussi sur HK, *Fig. 311*, les distances du point H aux intersections des lignes 33 et 34 ; et on

sem zufolge zeichnet man bei dem Punkte a, *Fig. 308*, die gerade Linie 1, 2, welche mit der Dachrinnenlinie *EH*, einen Winkel bildet, der dem Winkel der Vorstellung KEH, *Fig. 314* gleich ist ; und führt dahin die Perpendicularlinie a 4, welche solchergestalt mit einer Section des Kehlschifters, die mit dessen Länge perpendicular geschehen ist, von gleichem Werthe seyn wird : man nimmt sodann nur noch die Längen a 3, a 4, *Fig. 308*, und trägt sie, *Fig. 314*, von a nach 3 und nach 4, und zieht dahin durch die Punkte 3 und 4, parrallel mit EK, Linien, welche daselbst die Kanten an dem grossen zum geneigten Binder gehörigen Schifter in einer mit dessen Kante EK perpendicularen und an die Latten des grossen Daches anstossenden Stellung darstellen werden.

195. Da die *Fig. 312* ein verticaler Durchschnitt des Sparrens ist, und einen verticalen Durchschnitt des Kehlschifters in sich enthält ; so sind die Linien kg, jh, ji, Höhen von Punkten, welche an drei Kehlschifterkanten, in Bezug auf einen horizontalen Plan, welcher zu dem bei a, *Fig. 308* angedeuteten Punkte geht, genommen worden sind; diese Linien werden sodann auf die Linie y c, *Fig. 311*, und zwar von b nach 5, nach 6 und nach 7, um deswillen herübergetragen, weil die Linie y c in dieser letztern Figur die verticale Vorstellung dieses durchschneidenden Planes ist. Zieht man durch die Punkte 5, 6, 7, parallel mit EK, die geraden Linien 7, 8 ; 6, 9 ; 5, 10; so geben sie mit EK die verticale Projection des Kehlschifters, auf welche man b 10, perpendicular mit EK zieht, so dass dieselbe eine zweite Vorstellung von der perpendicularen Section des Kehlschifters seyn wird; allein sie ist von der ersten bereits gefundenen Vorstellung a 4, *Fig. 308* und *314* rechtwinkelig gerichtet. Man verlängert selbst zu beiden Seiten die Linien 7, 8 ; 6, 9 ; 5, 10; woraus sich auf der obern Stichbalkenlinie die Punkte 11, 12, 13 und 14; und auf der Kranzlinie IK, die Punkte 15, 16 und 17 ergeben. Diese verschiedenen Punkte werden zur Zeichnung einer andern zugegebenen Vorstellung angewendet ; man sieht diese letztere in *Fig. 315*.

196. Man ziehe zuvörderst in einem beliebigen Abstande von der Linie EK, *Fig. 314*, eine erste Parallellinie 14 bK ; und sodann drei andere, 13, 8, 15 ; 12, 9, 16 ; 11, 10, 17; welche so weit von der ersten entfernt werden, als in *Fig. 311* die geraden Linien 7, 8 ; 6, 9 ; 5, 10, von EK entfernt sind ; dieses geschieht dadurch, dass die Perpendicularlinie 4 a, in *Fig. 314*, verlängert und daselbst aus dem Punkte b, nach 8, 9 und 10, *Fig. 315*, die Abstände b 8, b 9, b 10, der *Fig. 311* getragen werden. Man nimmt sodann nochmals in *Fig. 311*, die Abstände von 10 zu 11 und 17, von 9 zu 12 und 16, von 8 zu 13 und 15, und von b zu E und K; und trägt sie auf die respectiven Orte in *Fig. 315*, wobei man von der Perpendicularlinie b, 10 ausgeht ; und zeichnet darin ferner die geraden Linien 11, 12 ; 12, 13 ; 13, 14 ; 17, 16 ; 16, 15, und 15 K, nebst den Zapfenlöchern, in welche die Zapfen an den Kehlsparren eingesetzt werden.

Der kleine Schifter an dem geneigten Binder ist nach derselben Verfahrungsweise vermittelst der *Fig. 313, 311* und *316* gezeichnet worden. Da die in diesen letztern Figuren enthaltenen Buchstaben und Zahlen für jede einzelne Figur die nämlichen sind, so ist jede weitere Erklärung überflüssig.

197. Die Hauptpunkte 31, 32, 33, 34, 35, 36, in der Vorstellung des Kreuzbuges, *Fig. 309*, welche vermittelst gerader Linien und Zirkelviertel nach *Fig. 311* getragen worden sind, haben daselbst durch ihre Durchschnitte auf den Linien EK, HK, JK, wahren Längenpunkte gegeben, welche in der erweiterten Vorstellung *Fig. 314*, zur Zeichnung des Kreuzbuges gedient haben. Man nimmt zu diesem Behufe auf der Linie JK, *Fig. 311*, die Abstände des Punktes J von den Durchschnitten der Linien 31 und 32, und trägt sie in *Fig. 314*, auf der Linie JK, von J nach 31 und 32 : man nimmt ferner auf HK, *Fig. 311*, die Abstände des Punktes H von den Durchschnitten der Linien 33 und 34 ;

length ; after take off a 3, a 4, *Fig. 308*, and carry them perpendicularly to EK on the *Fig. 314*, from a at 3 and 4 : the parallels to EK, traced through the points 3 and 4, shall express the edges of the great branch of the inclined truss, and in a situation perpendicular to the edge EK, contiguous to the lathing of the great roof.

195. The *Fig. 312* being a vertical cut of the rafter, and containing a vertical section of the valley's branch, the straights kg, jh, ji, are the diverse heights of points seated on three of the edges of the valley's branch, with regard to an horizontal plan passing through the point projected at a on the *Fig. 308 :* then, they ought to be transferred on the straight y c, *Fig. 311*, from b at 5, 6 and 7 ; since that line y c, on that latter figure, is also the vertical trace of the said vertical cutting plan. If, through that points 5, 6, 7, you trace parallely to EK the straights 7, 8 ; 6, 9 ; 5, 10 ; they shall perform, with EK, the vertical projection of the valley's branch, whereunto you shall lift b 10, perpendicular to EK, which shall be a second trace of a branch's perpendicular cut, but directed perpendicularly to the first one already found, a 4, *Fig. 308* and *314*. You shall ever lengthen towards both the sides the straights 7, 8 ; 6, 9 ; 5, 10; which shall determine on the upper-line of the hammer-beam the points 11, 12, 13 and 14; and on the crown-line IK, the points 15, 16 and 17 : such points shall be used for the draught of another auxiliary description seen on the *Fig. 315*.

196. After having traced parallely to EK the line 14 bK, distanced at will from EK, bring the three other parallels 13, 8, 15 ; 12, 9, 16 ; and 11, 10, 17, distanced from the first one 14 bK, as 7, 8 ; 6, 9 ; 5, 10, are so from EK on the *Fig. 311;* what shall be performed by lengthening the perpendicular 4 a of the *Fig. 314*, carrying on it from the point b at 8, 9, 10, *Fig. 315*, the distances b 8, b 9, b 10, *Fig. 311*. Take like, on that *Fig. 311*, the distances from 10 at 11 and 17, from 9 at 12 and 16, from 8 at 13 and 15, and from b at E and K; carry them on the *Fig. 315*, respectively on the corresponding lines, from the perpendicular b 10; and bring at last the straights 11, 12 ; 12, 13 ; 13, 14 ; 17, 16 ; 16, 15, and 15 K, as well as the occupations and mortises to receive the tenons of the valley's rafters.

The small branch of the inclined truss shall be like drawn by the means of the *Fig. 313, 311* and *316 :* the same letters and numbers, applied to the same objects, enlighten enough such a draught without any explication.

197. The principal points 31, 32, 33, 34, 35, 36, of the projection of the Saint-Andrew's cross on the *Fig. 309*, having been transferred on the *Fig. 311* by means of straights and quadrants, determine there, by their intersections with the lines EK, HK, JK, points of real lengthes, which shall be used for the tracing of the Saint-Andrew's cross on the extent's description, *Fig. 314*, as it follows. Take off on the straight JK, *Fig. 311*, the distances from J at the intersections of the straights 31 and 32 ; and carry them, on the *Fig. 314*, from J at 31 and 32 on the line JK : on the same manner, carry on the straight HK, from H at 33 and 34, the distances taken off, on the *Fig. 311*, from the point H

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les portera sur HK, *Fig. 314,* à partir du point H, aux points 33 et 34, par lesquels, et par les précédens 31 et 32, on menera deux droites, qui seront les arêtes de la petite branche de la croix de Saint-André à la face du lattis du grand comble. On opérera de même pour la grande branche; mais c'est sur la ligne EK, *Fig. 311,* qu'il faudra prendre les distances de E aux points d'insersection des lignes 33 et 34, pour les porter sur EK, *Fig. 314,* de E aux points 33 et 34, par lesquels, et par ceux qu'on a déjà trouvés, 31 et 32, on tracera la surface de cette branche, qui est contiguë au lattis du grand comble : on pourrait employer également les points donnés sur EK, *Fig. 311,* par ceux qui sont cotés 35 et 36 dans la *Fig. 309.*

198. La ligne JK, *Fig. 311,* étant la trace des surfaces en juxta-position au grand comble de toutes les pièces de la ferme penchée, la ligne &&′ est celle des surfaces de la croix de Saint-André qui sont opposées au lattis du grand comble : cette dernière a été tracée à une distance de JK égale à celle des parallèles qui montrent l'épaisseur de la ferme droite *OP,* dans la description horizontale. Pour tracer les arêtes de cette dernière surface de la croix de Saint-André dans la herse, par le point J de la *Fig. 311,* on tracera perpendiculairement à JK la droite J&, qui coupera &&′ au point & : en prenant, de ce point &, les distances des points d'intersection des lignes 31 et 32, et les portant du point J, *Fig. 314,* on aura deux nouveaux points, 37 et 38, par lesquels on menera des parallèles à celles qui passent par 31 et 32, et qui montreront les arêtes des branches de croix de Saint-André aux faces opposées à celles qui touchent le lattis du grand comble.

199. Le berceau du petit comble, qui se projette dans la ferme penchée, a pour cintre primitif un demi-cercle *[plein cintre], Fig. 309;* ses ordonnées sont retombées dans la projection horizontale de la ferme oblique $O'P'$, *Fig. 308,* et de là reportées parallèlement à JK, *Fig. 314,* où les longueurs en seront fixées comme il suit. Les portions d'ordonnées 39, 40, 41, &c. comprises entre le cintre et la ligne de trave *LN* de la *Fig. 309,* ont été reportées sur *x*K de la *Fig. 311,* de *x* aux points cotés des mêmes nombres; et par ces points on a mené des parallèles à *x*M : les intersections de ces parallèles sur JK, &&′, sont les points dont il faut prendre les distances respectives à J et à &, pour les reporter sur les ordonnées analogues de la *Fig. 314,* à partir de la ligne EH, où elles donneront les points nécessaires pour faire passer les deux courbes qui y représentent les arêtes des branches de croix de Saint-André et des jambettes au lattis du berceau; ce que le dessin montre évidemment.

Nous devons seulement faire remarquer qu'il n'est pas nécessaire d'admettre des croix de Saint-André aux chevrons de remplissage, comme aux fermes elles-mêmes. La *Fig. 317* montre qu'un simple entrait c, auquel on assemblera des goussets d, faits en bois mince, sera suffisant pour porter le lattis et le crépi du berceau.

II.e SOUS-SECTION.

Trait d'un Comble à cinq Épis.

A mesure que les générations se succèdent pour composer la durée des nations qui se succèdent les unes aux autres, on voit se succéder aussi les formes des costumes, des pensées, des goûts, des mœurs mêmes. Chaque époque de l'histoire signale la naissance d'un usage, d'une mode, d'un goût particulier;

und trägt sie auf HK, *Fig. 314,* von dem Punkte H, nach den Punkten 33 und 34; durch diese letztern, so wie durch die erstern, 31 und 32, zieht man zwei gerade Linien, welche die Kanten an dem kleinen zum Kreuzbuge gehörigen Holze, nach der Lattenseite des grossen Daches zu, vorstellen. Für dass grosse Holz an diesem Buge wird auf ähnliche Weise verfahren; nur nimmt man auf der Linie EK, *Fig. 311,* die Abstände zwischen E und den Durchschnitten der Linien 33 und 34, und trägt sie auf EK, *Fig. 314,* von E nach den Punkten 33 und 34, und zeichnet vermittelst dieser Punkte, so wie vermittelst der schon gefundenen, 31 und 32, die Fläche dieses Holzes an dem Lattenwerke des grossen Daches : es liessen sich dazu ebenfalls auch diejenigen Punkte anwenden, welche die in *Fig. 309,* mit 35 und 36 bezeichneten, auf EK, *Fig. 311,* gegeben haben.

198. Da die Linie JK, *Fig. 311,* die Vorstellung von denjenigen Seiten ist, an welchen, am grossen Dache, die sämmtlichen zum geneigten Binder gehörigen Hölzer zusammengesetzt werden; so stellt die Linie &&′ diejenigen Seiten am Kreuzbuge vor, welche dem Lattenwerke des grossen Daches entgegengesetzt sind. Diese letztere Linie ist eben so weit von JK entfernt gezeichnet, als die Parallellinien, welche die Dicke des geraden Binders *OP,* in der horizontalen Vorstellung zeigen, von einander entfernt sind. Um die Kanten an dieser letztern Bugseite in der erweiterten Vorstellung zu zeichnen, ziehe man durch den Punkt J, *Fig. 311,* perpendicular mit JK, die gerade Linie J&, welche &&′ bei dem Punkte & durchschneidet : nimmt man sodann von diesem Punkte &, die Abstände der Punkte, an denen sich die Linien 31 und 32 durchschneiden, und trägt sie auf den Punkt J, *Fig. 314,* so erhält man zwei neue Punkte 37 und 38, wodurch mit den Linien, welche durch 31 und 32 gehen, parallele Linien gezogen werden. Diese Punkte zeigen sodann die Kanten an den Bughölzern, und zwar an denjenigen Seiten, welche den das Lattenwerk am grossen Dache berührenden Seiten entgegengesetzt sind.

199. Der Bogen am kleinen Dache, welcher sich in dem geneigten Binder darstellt, hat zum ertsen Bogen einen Halbzirkel *[vollen Bogen], Fig. 309;* die Ordinaten desselben sind aus dem Grundrisse des schrägen Binders $O'P'$, *Fig. 308,* parallel mit JK, nach *Fig. 314* zurückgetragen, und daselbst die Längen desselben folgendermassen gefunden worden: Die Ordinatentheile 39, 40, 41, u.s.w., welche sich zwischen dem Bogen und der Stuhlwandlinie *LN*, *Fig. 309,* befinden, sind auf *x*K, *Fig. 311,* von *x* nach den mit den nämlichen Ziffern bezeichneten Punkten gebracht, und durch diese Punkte Parallellinien mit *x*M gezogen worden. Die Durchschnitte dieser Parallellinien auf JK, &&′, sind die Punkte, an denen die respectiven Abstände von J und von & genommen, und auf die ähnlichen Ordinaten, *Fig. 314* getragen werden müssen; wobei man von der Linie EH ausgeht, woselbst sie die zum Durchgange der beiden krummen Linien nöthigen Punkte geben. Diese krummen Linien bezeichnen daselbst die Kanten an den Bug- und Stützhölzern am Lattenwerke des Bogens; wie sich solches deutlich aus der Zeichnung ergiebt.

Wir bemerken nur noch, dass die Anlegung der Kreuzbüge an den ausfüllenden Sparren nicht so erforderlich ist wie bei den Bindern. Die *Fig. 317* zeigt, dass ein einfacher Spannriegel c, nebst einigen aus dünnen Hölzern gearbeiteten Tragbändern d, das Latten- und Tünchwerk am Bogen ohne Gefahr tragen können.

ZWEITER BEIABSCHNITT.

Zeichnung eines Dachstuhls mit fünf Giebelsäulen.

So wie Geschlechter vergehen und sich erneuern zur Fortdauer der Nationen, die ihrerseits sich ebenfalls einander Pltaz machen; eben so wechseln auch Trachten, Ansichten, Sitten und Geschmack. Eine jede Zeitperiode meldet die Entstehung einer besondern Mode, eines besondern Gebrauches und

at the intersections of the parallels 33 and 34 with the straight HK: then, through that so found points on HK, *Fig. 314,* and the ones already fixed on JK, bring two straights, which shall be the edges of the small branch of the Saint-Andrew's cross at the lathing of the great roof. The great branch shall be traced on the same manner by taking off on the straight EK, *Fig. 311,* the distances from E at the intersections of the lines 33 and 34; carrying them on EK, *Fig. 314,* from E at 33 and 34, and bringing the straights 33, 31; 34, 32, which shall be the edges of the great branch of the Saint-Andrew's cross, contiguous to the lathing of the great roof. The points given on EK, *Fig. 311,* by the straights quoted 35 and 36 on the *Fig. 309,* can be like used, and drive the same result.

198. The straight JK, *Fig. 311,* being the trace of the surfaces contiguous to the great roof in every timber of the inclined truss, the surfaces of the Saint-Andrew's cross, which are opposite to the lathing of that great roof, have for their own trace the straight &&′, distanced from JK accordingly to the thickness of the right truss *OP,* on the horizontal description. In order to drawing on the ledgement that former surface of the Saint-Andrew's cross, through the point J of the *Fig. 311,* lift to JK the perpendicular J&, cutting &&′ on &; take off the distances of that point & at the intersections of the straights 31 and 32, and carry them on the *Fig. 314* from the point J at 37 and 38; and through that latter points, bring parallels to the foregoing straights passing at 31 and 32 : they shall show the edges of the branches of the Saint-Andrew's cross at the faces opposite to the ones which touch the lathing of the great roof.

199. The bower of the small roof, which penetrates the inclined truss, having for primitive center a half circle of the *Fig. 309;* the ordinates of it are dropped on the horizontal projection of the oblique truss $O'P'$, *Fig. 308,* and thereof carryed parallely to JK, *Fig. 314,* wherein they have been determined as it follows, with regard to their own length. The parts of ordinates 39, 40, 41, &c., contained between the curve and the trave-line *LN*, *Fig. 309,* have been carryed on *x*K, *Fig. 311,* from *x* to the diverse points quoted with the same numbers; and through the so found points, parallels have been brought to *x*M : the respective distances from J and &, at the intersections of that parallels on the straights JK and &&′, shall be taken off, and carryed on the analogous ordinates of the *Fig. 314,* from the trave-line EH, and they shall determine there some passage-points for tracing the two curves showing the edges of the Saint-Andrew's cross and of the ashleers, as it is plainly seen on the figure.

We will only remark that it should be needless to add a Saint-Andrew's cross to each of the filling rafters, as well as to the truss. The *Fig. 317* shows how a simple collar c, with framed brackets d, of thin wood, shall sufficiently bear the lathing and plastering of the bower.

II.d UNDER-SECTION.

Draught of a Roofing with five Tops.

Even as the progenies succeed to each other, and perform so the duration of the nations, successive also to each other, one sees the same succession into the manners, raiments, thoughts, tastes, customs. Every epoch of the history shows the birth of a particular usage, fashion, fancy; the rising of

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les accroissemens d'un autre; le triomphe d'un troisième, auquel se rattachent alors les idées de grâce, d'élégance, de beauté; la décadence d'un quatrième, et l'anéantissement d'un plus ancien. Il en est, pour ainsi dire, de même des ouvrages des arts : et nous citerons, à cet égard, les combles très-élevés des siècles précédens; ceux qui leur ont succédé dans les derniers siècles, et que l'on a brisés pour en diminuer la hauteur; et ceux qui sont composés d'un très-grand nombre de surfaces, comme était celui de la petite flèche qui surmontait la croisée du comble de la cathédrale de Paris, &c. Cette multiplicité de surfaces a donc eu ses admirateurs, qui les ont employées dans les ouvrages confiés à leur art, en croyant donner ainsi un caractère d'importance au monument qu'ils couvraient. Aujourd'hui nous blâmerions un ouvrier qui les emploierait sans nécessité, parce que cette multiplicité de surfaces enchérit le prix de l'ouvrage. Si cependant un plus grand nombre de surfaces que celles qui sont absolument nécessaires pour couvrir un bâtiment, pouvait, dans certains cas, être toléré, en raison, soit de la composition du bâtiment, soit de ses localités, soit des matières qui y sont admises; on pourra exécuter la sorte de comble que les praticiens appellent *un cinq épis*, et que nous avons prise ici pour exemple, en supposant un corps de bâtiment terminé par un pavillon rectangulaire qui est en avant-corps sur ses deux faces.

200. On voit dans la description horizontale, *Fig. 318, 319, 320* et *321*, les quatre angles F, H, J, M, de l'égout du pavillon; et en LN et KO, ceux du corps du bâtiment : les lettres A, B, C, D, montrent les projections horizontales des quatre poinçons. Au premier, A, qui occupe le centre, aboutissent les deux noues, AH et AF, qui sont propres au pavillon; ainsi que les deux autres, AK et AL, qui appartiennent en commun au pavillon et au grand comble: les six arêtiers des trois croupes aboutissent aux autres poinçons, B, C, D. La moitié de cette description horizontale, cotée *Fig. 318* et *319*, montre le chevronage, c'est-à-dire, les surfaces des arêtiers, des chevrons et des empanons qui doivent recevoir le lattis; l'autre moitié, *Fig. 320* et *321*, montre les plates-formes et les blochets.

Les *Fig. 322*, *322 bis* et *323*, présentent les descriptions verticales des demi-fermes du pavillon, prises au milieu de leur épaisseur : la *Fig. 327* montre celle d'une des fermes du grand comble, dessinée de même.

201. La *Fig. 324* représente la face verticale de l'un des arêtiers de long-pan, côté de la croupe, et des autres pièces qui y sont assemblées, dessinée sur sa projection horizontale HD, *Fig. 320*. La *Fig. 325* montre également une des faces verticales de la noue de pavillon, dont la projection horizontale est HA. La *Fig. 328* est aussi la projection verticale de la face verticale tournée vers la croupe, de la noue projetée horizontalement en AK, *Fig. 321*, et qui est en raccordement d'une des faces du pavillon avec un des versans du grand comble.

202. Les noues sont, comme les arêtiers, susceptibles de différentes formes; et leur tracé s'exécute par les mêmes procédés : la seule différence est que l'angle recreusé, qui est à la face du lambrissage aux arêtiers, est à celle du lattis aux noues, quand celles-ci sont recreusées. Nous avons adopté dans cet exemple les noues que les praticiens nomment *délardées*, c'est-à-dire, d'une configuration telle, que les empanons s'y assemblent par une coupe qui, sur deux de leurs faces, soit perpendiculaire à leur dimension longitudinale; et nous avons supposé les empanons tellement disposés, que leur projection horizontale soit parallèle à celle des lignes de couronnement. Le tracé a été fait comme il suit : 1.° pour la noue projetée en AH, *Fig. 320*, et dont le bout supérieur s'assemble au poinçon central A.

Geschmackes; die Verbreitung eines andern; den Triumph eines dritten, welcher sich sodann durch grössere Schönheit und Zierlichkeit auszeichnet; das Veralten eines vierten, und endlich das Aufhören eines seit längerer Zeit bestehenden. Das nämliche kann auch von den Künsten gesagt werden. Wir erinnern diesfalls an die hohen in den vorigen Jahrhunderten üblichen Dächer, ferner an die, welche in den letztern Jahrhunderten an ihre Stelle traten, und zur Verminderung der Höhe gebrochen wurden, so wie endlich an die vielseitigen, wie z. B. das kleine Thurmdach über dem grossen Fenster der Pariser Kathedralkirche, u. s. w. Diese vielseitige Gestalt fand den Beifall gewisser Baumeister, welche solche nachahmten, weil sie glaubten, dass dadurch das Gebäude ein wichtigeres Ansehen erhielte. Gegenwärtig aber würde sich ein Baumeister, welcher solche ohne Noth anwendete, gerechtem Tadel aussetzen, indem dergleichen vielseitige Dächer den Bau kostspielig machen. Sollte aber bei einem Gebäude wegen der Zusammensetzung desselben, oder wegen localer Umstände, oder auch wegen der dazu anzuwendenden Materialien eine grössere Menge Dachflächen als gewöhnlich angebracht werden müssen; so kann das sogenannte *fünfgiebelsäulige* Dach nach dem hier angegebenen Muster ausgeführt werden; wobei wir ein Gebäude angenommen haben, welches sich vorn an den beiden Seiten in einem rechtwinkeligen Pavillon endigt.

200. Der Grundriss in den *Fig. 318, 319, 320* und *321*, zeigt die vier Winkel F, H, J, M, an der Dachrinne des Pavillons; und bei LN und KO, die Winkel am Gebäude. Die Buchstaben A, B, C, D, zeigen die horizontalen Vorstellungen der vier Giebelsäulen. Mit der ersten, A, welche im Mittelpunkte steht, sind die beiden zum Pavillon gehörigen Kehlsparren AH und AF, so wie die beiden andern, AK und AL, welche zum Pavillon und zum grossen Dache gemeinschaftlich gehören, verbunden; die sechs andern zu den drei Walmen gehörigen Ecksparren, sind in die übrigen Giebelsäulen B, C, D, eingebunden. Die in den *Fig. 318* und *319* enthaltene erste Hälfte dieses Grundrisses zeigt das Sparrenwerk, d. h. die Flächen der Eck-Schift- und gewöhnlichen Sparren, auf welche die Latten aufgenagelt werden. In der zweiten Hälfte, *Fig. 320* und *321*, sind die Mauerlatten und Stichbalken enthalten.

Die *Fig. 322*, *322 bis* und *323*, stellen die Aufrisse von den halben Pavillonsbindern vor, welche in der Mitte ihrer Dicke genommen sind. In der *Fig. 327* ist der Aufriss von einem zu dem grossen Dache gehörigen und auf gleiche Weise gezeichneten Binder zu sehen.

201. Die *Fig. 324* zeigt die verticale Fläche von einem an der Walmenseite stehenden und zur langen Dachseite gehörigen Gradsparren, nebst den übrigen damit verbundenen Hölzern. Die Zeichnung ist nach der horizontalen Vorstellung HD, *Fig. 320*, geschehen. In *Fig. 325* sieht man gleichergestalt eine von den verticalen Flächen des zum Pavillon gehörigen Kehlsparrens, dessen horizontale Vorstellung HA ist. Die *Fig. 328* ist die verticale Vorstellung von einer nach dem Walmen zu gekehrten verticalen Fläche des bei AK, *Fig. 321* horizontal angegebenen Kehlsparrens; diese Fläche trifft mit der einen langen Dachseite und einer der Pavillonflächen zu.

202. Die Kehlsparren können, wie die Gradsparren, verschiedentlich gestaltet seyn; wobei die Zeichnung bei beiden auf die nämliche Weise geschieht. Der einzige Unterschied ist der, dass bei den Gradsparren der ausgeschnittene Winkel sich nach der Verschalung zu, und bei den Kehlsparren, wenn solche ausgeschnitten sind, nach dem Lattenwerke zu befindet. Wir haben im gegenwärtigen Beispiele die sogenannten abgeholzten Kehlsparren angenommen, mit denen die Schiftsparren vermittelst eines Schnittes verbunden werden, welcher auf zwei Seiten mit der der Länge nach gehenden Dimension perpendicular ist; auch sind die Schiftsparren dergestalt angeordnet worden, dass ihre horizontale Projection mit den Kranzlinien parallel ist. Die Zeichnung geschieht wie folgt: 1.° bei dem

another; the triumph of a third one, to which every one tied then the hint of agreeableness, elegance, beauty; the decay of a fourth, and the annihilating of an older one. It is thereabout the same as for the arts's works: and we can enumerate here the highest roofings of the older ages; the broken ones less high, which have succeeded to them; and the roofs composed with numerous surfaces, as the small spire which had been lain over the cross of the cathedral church in Paris, &c. Then such a multiplicity of surfaces has been formerly admired, and used for confering into the roof's workings a note of importance. The employment of them without any necessity should be now blamed, because they increase the price of the working. If nevertheless more surfaces than the ones severely necessary for roofing should be admitted, according to the building's disposal, or site, or matters; one could execute the kind of roofings called by the practisers *with five tops*, the matter adopted for that example, supposing a building bounded by a rightangled pavilion making a forebody on both its faces.

200. On the horizontal description, *Fig. 318, 319, 320* and *321*, are seen the four corners F, H, J, M, of the pavilion's eaves; LN and KO, the eaves-lines of the building's body : the letters A, B, C, D, show the horizontal projections of the four king-posts. On the central one, A, end both the valleys, AH, AF, own to the pavilion, as well as both the others, AK, AL, common to the pavilion and great roof: the six hips of the three ends border on the other king-posts, B, C, D. The half part of that horizontal description, quoted *Fig. 318* and *319*, shows the raftering, viz, the lathing faces of the rafters, or principal, either small, whether shorted; the other half part, *Fig. 320* and *321*, shows the wall-plates and hammer-beams.

The *Fig. 322*, *322 bis* and *323*, show the vertical descriptions of the half-trusses of the pavilion, designed on the middle way of their depth : the *Fig. 327* is the one of a truss of the great roofing, drawn on the same manner.

201. The *Fig. 324* shows the vertical face of one of the hips of the long side, at the end, and of the other pieces assembled here, drawn on its horizontal projection HD, *Fig. 320*. The *Fig. 325* equally shows one of the vertical faces of the pavilion's valley, the horizontal projection of which is HA. The *Fig. 328* is also the vertical projection of the vertical face turned towards the end, of the valley horizontally projected in AK, *Fig. 321*, and making the levelling of one of the pavilion's faces to one of the great roof's pourings.

202. Valleys, as well as hips, are able to receive diverse shapes, and drawn on the same manners: but the grooved angle, being on the ceiling of hips, is on the lathing of the grooved valleys. On the present example, we have adopted the valleys called by the practisers *shaved*, what is to say, so shaped that the framing of the shorted rafters can be effected with a cut perpendicular to length on the vertical faces of the said rafters; and we have supposed such a disposal of the rafters, that the horizontal projection of them could be parallel to the one of the crowning-lines. The draught of it has been performed as it follows: 1.$^{\text{er}}$ concerning the valley projected on AH, *Fig. 320*, upperbounding on the central king-post A.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Supposé que l'on prenne pour point de départ du tracé le point x de cette noue, placé sous l'angle du plan de couronnement déterminé par les poinçons, la perpendiculaire xd, menée à HA sur la *Fig. 325*, y donnera en x' la projection verticale de ce point; et dx' sera la quantité dont ce point est abaissé au-dessous du plan de couronnement. Ainsi, en prenant xD, *Fig. 320*, pour la trace verticale d'un plan horizontal qui passe en x; portant dx' de la *Fig. 325* de D en c, *Fig. 320*; menant cx, et sa parallèle ge, qui exprime la largeur de l'empanon, et coupant ces deux lignes par la perpendiculaire xe, on aura la projection verticale de l'empanon en $cgex$, dans laquelle ex sera la trace verticale de la face de la noue qui doit recevoir l'assemblage des empanons coupés à l'équerre à leurs faces verticales.

Nous avons représenté plus en grand, *Fig. 329* et *330*, la même marche de tracé, pour en tirer plus sensiblement ce qui regarde la coupe de la noue. On voit, *Fig. 329*, avec les mêmes caractères littéraux, la projection horizontale $ACDx$ de la sommité de la noue AH de la *Fig. 320*; et à la *Fig. 330*, la description verticale $a'c'x'$ des mêmes objets, dans laquelle $x'a'$, quoique transposée, faute de place, est égale et parallèle à xA, *Fig. 329*; et $x'c'$ représente, sous l'angle $c'x'a'$, égal à $x'aD$ de la *Fig. 325*, la projection verticale de la sommité de la même noue. cdex, *Fig. 329*, représente de même la projection verticale de l'empanon proposé; xe, sa coupe inférieure sur la face verticale, d'équerre à sa longueur; e, un point de la ligne du délardement de la noue, pris sur une coupe verticale de cette noue, faite en continuité de la face verticale de l'empanon; et ef, la quantité dont ce point e se trouve abaissé au-dessous du plan horizontal que l'on ferait passer par le point x' de la *Fig. 325*.

Il suffit donc de porter ef sur une verticale de la *Fig. 330*, par exemple de c' en e', et d'y mener par e' une parallèle à $c'x'$, pour avoir la ligne de délardement de la noue en projection verticale : le délardement de l'autre face verticale de cette noue, étant le même, se trouve déterminé par le même tracé; et l'autre parallèle à $c'x'$, menée par le point g de la même *Fig. 330*, y montre la trace verticale de la face de la noue au lambrissage, d'après la largeur de cette noue. Pour appliquer ce tracé au volume sur un trait carré, il suffit de mener à $x'c'$ une perpendiculaire quelconque, comme gi; d'y prendre les longueurs gh ou ih, et d'en porter une sur chaque face verticale de la pièce de bois, à partir de l'arête respective d'où la mesure a été prise : on aura ainsi un point de passage de chaque arête de délardement.

203. 2.° Pour la noue projetée en AK, *Fig. 321*, nous avons pris aussi pour base du tracé le point y, placé de même sous l'angle du plan de couronnement. Ici, il y a de la différence entre les projections horizontales yD, yz, des deux empanons qui aboutissent à ce point; ce qui entraine deux constructions pour trouver les délardemens. La verticale yb, dirigée sur la *Fig. 327*, y donne y' pour la projection verticale de ce point, et by' pour son abaissement au-dessous du plan de couronnement : ce sont les mêmes résultats qu'on aurait en dirigeant sur la *Fig. 328* la droite $yy'b$, perpendiculairement à AK. Portant donc cette hauteur by' de D en b', et menant $b'y$, on a eu la pente réelle de l'empanon du pavillon; et en portant la même hauteur de z en b'', la droite $b''y$ exprime pareillement la pente de l'empanon de long-pan projeté en yz.

in AH, *Fig. 320* angegebenen Kehlsparren, dessen oberes Ende in die in der Mitte stehende Giebelsäule A eingebunden wird.

Nimmt man an, dass man bei der Zeichnung von dem Kehlsparrenpunkte x ausgeht, welcher unter dem Winkel des von den Giebelsäulen angegebenen Kranzplanes steht; so wird die Perpendicularlinie xd, welche nach HA, *Fig. 325* gezogen worden ist, daselbst bei x' die verticale Projection dieses Punktes geben; und dx' wird die Grösse seyn, um welche dieser Punkt unter den Kranzplan herabgesenkt worden ist. Nimmt man also xD, *Fig. 320* als verticale Vorstellung einer horizontalen Fläche, welche durch x geht, und trägt dx', *Fig. 325*, von D nach c, *Fig. 320*; zieht sodann cx, nebst dessen Parallellinie ge, welche die Schiftsparrenbreite angiebt; und durchschneidet diese beiden Linien vermittelst der Perpendicularlinie xe; so erhält man die verticale Vorstellung des Schiftsparrens bei $cgex$, worin ex die verticale Vorstellung derjenigen Kehlsparrenseite seyn wird, mit welcher die an ihren Flächen geradewinkelig geschnittenen Schiftsparren verbunden werden.

Die nämliche Zeichnung ist in *Fig. 329* und *330* nach einem grössern Maasstabe ausgeführt worden; wodurch der Kehlsparrenschnitt noch ersichtlicher wird. Die *Fig. 329* zeigt mit den nämlichen Buchstaben die horizontale Vorstellung $ACDx$, von der Höhe des Kehlsparrens AH, *Fig. 320*; und *Fig. 330*, den Aufriss $a'c'x'$, von den nämlichen Gegenständen. $x'a'$, welches aus Mangel an Platz transponirt werden musste, ist darin gleich xA, *Fig. 329*, und mit demselben parallel; und $x'c'$, zeigt unter dem Winkel $c'x'a'$, gleich $x'aD$, *Fig. 325*, die verticale Vorstellung von der Höhe des nämlichen Kehlsparrens. cdex, *Fig. 329*, zeigt die verticale Vorstellung vom Schiftsparren; xe, dessen untern Schnitt auf der verticalen Fläche; er ist mit seiner Länge geradewinkelig; e einen Punkt zur Linie, welche das Abholzen am Kehlsparren bezeichnet; dieser Punkt ist an diesem Sparren auf einem verticalen Schnitte genommen, welcher mit der verticalen Schifftsparrenfläche in fortgesetzter Richtung geschehen ist; ef, endlich, bezeichnet die Grösse, um welche dieser Punkt e, unter den horizontalen Plan, welcher durch den Punkt x', *Fig. 325* geht, herabgesenkt ist.

Um also die Linie zum Abholzen des Kehlsparrens vertical zu erhalten, braucht man bloss ef auf eine Verticallinie der *Fig. 330*, z. B. von c' nach e' zu tragen, und daselbst durch c' eine mit $c'x'$ parallele Linie zu ziehen. Das Abholzen an der andern verticalen Fläche dieses Sparrens, ergiebt sich aus der nämlichen Zeichnung. Die andere, mit $c'x'$ parallele Linie, welche durch den Punkt g, *Fig. 330*, gezogen worden ist, zeigt, der Breite nach, die verticale Vorstellung der nach der Verschalung zugekehrten Kehlsparrenseite. Um diese Zeichnung auf den fraglichen Gegenstand anzuwenden, braucht man bloss auf $x'c'$, eine beliebige Perpendicularlinie, z. B. gi, zu ziehen, die Längen gh oder ih zu nehmen, und eine davon auf jede verticale Fläche des Holzes zu tragen; wobei man von der respectiven Kante ausgeht, von welcher der Maasstab genommen worden ist : man erhält solchergestalt einen Durchgangspunkt zu jeder Kante an den abzuholzenden Seiten.

203. 2.° Bei dem in AK, *Fig. 321* angegebenen Kehlsparren, sind wir von dem Punkte y, welcher ebenfalls unter dem Winkel im Kranzplane steht, ausgegangen. Da hier aber zwischen den horizontalen Vorstellungen yD, yz, der beiden bis zu diesem Punkte gehenden Schiftsparren eine Verschiedenheit Statt findet, so sind zur Ausmittelung des Abholzens zwei Zeichnungen nöthig. Die Verticallinie yb, welche nach der *Fig. 327* geht, giebt daselbst y' zur verticalen Vorstellung dieses Punktes, und by' zur Grösse, um welche sich derselbe unter den Kranzplan herabsenkt. Die nämlichen Resultate würde man erhalten, wenn man auf die *Fig. 328*, die gerade Linie $yy'b$, mit AK perpendicular hinzöge. Trägt man also diese Höhe by', von D nach b', und zieht $b'y$, so erhält man die wahre Neigung des zum Pavillon gehörigen Schiftsparrens;

Let be supposed for the draught's departure the point x of such a valley, seated under the corner of the crowning-plan determined by the king-posts; the perpendicular xd, lifted on HA, towards the *Fig. 325*, fixes on x' the vertical projection of that point; and then dx' shows the vertical distance of such a point below the crowning-plan. Consequently, look on xD, *Fig. 320*, as the vertical trace of an horizontal plan passing through x; carry dx' of the *Fig. 325* from D to c, *Fig. 320*; bring cx, and parallely to it ge, showing the rafter's breadth; and cut that former lines with the perpendicular xe : you so shall have the vertical projection of the rafter $cgex$, and into ex the vertical trace of the valley's face into which ought to be framed the shorted rafters cut rectangularly at their vertical faces.

On the *Fig. 329* and *330*, we have amplified such a draught with a greater scale, in order to teach more sensibly the valley's cut. One sees on the *Fig. 329*, with the same letters, the horizontal projection $ACDx$ of the summit of the valley AH of the *Fig. 320*; and on the *Fig. 330*, the vertical description $a'c'x'$ of the same objects, wherein $a'x'$, though transposed for want of place, is equal and parallel to xA of the *Fig. 329*; and $c'x'$ shows, with the angle $c'x'a'$, equal to $x'aD$ of the *Fig. 325*, the vertical projection of the summit of the same valley. cdex, *Fig. 329*, shows also the vertical projection of the proposed rafter; xe, its inferior cut perpendicular to the length of it; e, a point of the valley's shaving-line, being on a vertical cut of that valley, made along the lengthening of the vertical face of the rafter; and ef, the vertical distance of that point e under the horizontal plan, which should pass through the point x' of the *Fig. 325*.

Consequently, by carrying ef on a vertical straight whatsoever of the *Fig. 330*, from c' at e', for instance, and bringing through e' a parallel to $c'x'$, you shall have a vertical projection of the valley's shaving-line, which belongs to both the vertical faces of such a valley : the other parallel to $c'x'$, brought through the point g on the same *Fig. 330*, shows there the ceiling vertical trace of the valley, according to its own breadth. As for applying such a draught to a square trace on the bulk, it suffices to lift a whatsoever perpendicular to $x'c'$, as gi; take off gh or ih, and carry it on each of the vertical faces of the timber, from the edge analogous to the departure of measuring; and then, a passage point of each shaving-edge shall be determined.

203. 2.^{dly} As for the valley projected on AK, *Fig. 321*, we have adopted like, as draught's departure, the point y, seated also under the corner of the crowning-plan. Here, the horizontal projections yD, yz, of both the rafters bounding on such a same point, are diverse from each other; and then, only one draught cannot be sufficient for both the shavings. The vertical yb, directed on the *Fig. 327*, shows there at y' the vertical projection of that point, and by' the vertical distance of it under the crowning-plan : what should like result, if one could direct towards the *Fig. 328* the straight $yy'b$, perpendicular to AK. Then, carry that height by' from D at b', *Fig. 321*, and bring $b'y$, as the real shelving of the pavilion's rafter : by carrying the same height from z at b'', and bringing by'', you shall express like, by the means of the straight

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces deux constructions se voient faites plus en grand, *Fig. 329*, au moyen de la *Fig. 331*, qui est la projection verticale de la sommité de la noue, faite sur ay, égale et parallèle à Ay de la *Fig. 329*, avec l'angle bya, égal à $by'a$, qui exprime la pente réelle de cette noue dans la *Fig. 328*. Alors ab de cette *Fig. 331* exprimant la hauteur du couronnement au-dessus du point y, on a porté cette hauteur, *Fig. 329*, de D en c, d'une part, et de z en j, d'autre part; puis, ayant mené cy et jy, et exprimé la largeur des empanons par les parallèles respectives de et kl, on a coupé ces lignes par les perpendiculaires aussi respectives ye, yl.

Les hauteurs verticales ef et lm ont été ensuite transportées à la *Fig. 331*, sur une verticale cg; savoir, ef, de c en e', par où l'on a mené la ligne de délardement du côté du pavillon; et lm, portée de c en l', a déterminé l'arête du délardement de la face tournée vers le long-pan. En exprimant aussi la largeur de la noue dans cette figure, et y traçant une perpendiculaire gi, on pourra transporter sur un trait carré du volume les points k, h, des deux arêtes de délardement, comme il a été expliqué à la noue du pavillon.

204. Ce dernier tracé supposant inégaux en pente, en longueur et en projection, les deux empanons qui doivent s'assembler en un même point de la noue, et étant absolument indépendant des angles du bâtiment, il est sensible qu'il possède une généralité qui le rend susceptible de résoudre tous les cas, et même ceux des bâtimens biais, dont les auteurs de trait font cependant une théorie particulière.

Remarque. On trouve dans *l'Art du trait de charpente*, par Nicolas Fourneau, I.re partie, page 9, l'observation suivante : « A ces sortes d'ouvrages, il » faut bien proportionner la force des bois suivant » leur fardeau, et faire attention que l'on ne peut » mettre les noues trop fortes, vu que tous les em- » panons et les pannes contribuent beaucoup à leur » ruine ; et qu'au contraire, dans les croupes, les » empanons soutiennent les arêtiers, et qu'ils n'ont » pas besoin d'être aussi forts, à beaucoup près, que » les noues. »

Nous regrettons que cette observation ne fasse pas connaître les proportions des résistances, *la force des bois*, que le praticien doit employer en raison des longueurs des arêtiers, des noues, des empanons, et aussi en raison des plans inclinés que ces pièces forment ensemble. Nous croyons devoir engager les savans à examiner ces problèmes, qui intéressent essentiellement l'art, et dont nous croyons la solution possible, vu que la considération des *forces mortes* est généralement suffisante pour cela, et que celle des *forces vives*, admise dans les planchers, est inutile dans les combles, si l'on excepte ceux des théâtres, auxquels on est parfois forcé d'adapter quelque machine.

und trägt man diese nämliche Höhe von z nach b'', so bezeichnet die gerade Linie $b''y$ die Neigung, welche der bei yz angegebene Schiftsparren an der langen Dachseite hat.

Diese beiden Zeichnungen sind in *Fig. 329*, vermittelst der *Fig. 331* weitläuftiger ausgeführt worden. Diese letztere Figur ist die verticale Vorstellung von der Kehlsparrenhöhe, welche auf ay, parallel und gleich Ay, *Fig. 329*, vermittelst des Winkels bya, gleich $by'a$, ausgeführt worden ist; dieser Winkel zeigt in *Fig. 328* die wahre Neigung des Kehlsparrens : ab, *Fig. 331* bezeichnet sodann über dem Punkte y die Kranzhöhe, welche in *Fig. 329*, einerseits von D nach c, und andererseits von z nach j getragen wurde ; ferner ist cy und jy gezogen, und die Breite der Schiftsparren durch die respectiven Parallellinien de und kl angegeben worden ; worauf diese letztern vermittelst der ebenfalls respectiven Perpendicularlinien ye, yl, durchschnitten worden sind.

Die verticalen Höhen ef und lm sind sodann nach *Fig. 331*, auf eine Verticallinie cg getragen worden ; und zwar ef, von c nach e', woraus sich die Abholzungslinie an der Pavillonseite ergeben hat ; und lm, von c nach l', woraus die Schnittkante an der der langen Dachseite zugekehrten Fläche entstanden ist. Giebt man zu gleicher Zeit in dieser Figur die Kehlsparrenbreite an, und zeichnet darin eine Perpendicularlinie gi, so kann man auf das fragliche Holz die Punkte k, h, der beiden Schnittkanten so tragen, wie bei dem zum Pavillon gehörigen Kehlsparren erklärt worden ist.

204. Da diese letztere Zeichnung die beiden Schiftsparren, welche mit dem Kehlsparren an einem und demselben Punkte verbunden werden sollen, der Neigung, Länge und Projection nach als ungleich annimmt, und da ferner dieselbe mit den Winkeln des Gebäudes in keiner Beziehung steht, so folgt daraus, das selbige, ihrer Allgemeinheit wegen, zur Auflösung aller Fälle geeignet ist, selbst bei schrägen Gebäuden, wo indess die den Holzschnitt abhandelnden Schriftsteller eine besondere Theorie aufstellen.

Anmerkung. In der von N. Fourneau herausgegebenen Abhandlung, betitelt *l'Art du trait de charpente*, Th. 1, p. 9, befindet sich folgende Bemerkung : « Bei Zusammensetzungen dieser Art » muss die Stärke der Hölzer mit der zu tragenden » Last im Verhältnisse stehen ; auch müssen sehr » starke Kehlsparren angelegt werden ; indem alle » Schiftsparren und Fetten zu ihrer Schadhaftwer- » dung sehr viel beitragen ; bei den Walmen aber » unterstützen die Schiftsparren die Gradsparren, » so dass sie bei weitem nicht so stark zu seyn » brauchen als die Kehlsparren. »

Es ist zu bedauern, dass diese Bemerkung keinen Aufschluss giebt über die Grade des Widerstandes *(Kraft der Hölzer)*, welche nach den verschiedenen Längen der Eck-Kehl- und Schiftsparren, so wie auch nach den geneigten Plänen, welche diese Hölzer unter einander bilden, angewendet werden müssen. Wir fordern die Kunstverständigen auf, sich mit der Untersuchung dieser Aufgabe zu beschäftigen : sie ist für die Künste vom höchsten Interesse ; auch zweifeln wir an ihrer Auflöslichkeit um deswillen nicht, weil der Begriff der *todten Kräfte* im allgemeinen dazu hinreicht, während der Begriff der *lebenden Kräfte*, welche bei Gebälken Statt finden können, in Dachstühlen von keinem Nutzen ist, ausgenommen bei Schauspielhäusern, wo nicht selten oben im Dache Maschinen angebracht werden müssen.

$b''y$, the shelving of the side's rafter dropped on yz.

These two latter constructions are amplified with a larger scale on the *Fig. 329*, by the means of the *Fig. 331*, which is the vertical projection of the valley's summit, designed on ay, equal and parallel to Ay, *Fig. 329*, with the angle bya, equal to $by'a$, showing the real shelving of the valley on the *Fig. 328*. Then, the straight ab of that *Fig. 331*, expressing the height of the crown over the point y, has been carryed on the *Fig. 329*, from D at c, and from z at j; and after having brought cy and jy, and expressed the breadth of the rafters with the respective parallels to them de and kl, these straights have been cut with the respective perpendiculars ye, yl.

The vertical heights ef and lm have been after carryed at the *Fig. 331* on a whatsoever vertical, as cg; viz, ef, from c at e', through which has been brought the shaving-line facing to the pavilion; and lm, being like brought from c at l', has also fixed the shaving-edge facing towards the side. By showing like on that figure the valley's breadth, and lifting gi perpendicular to by, you shall carry on a square-trace of the bulk the points k and h of the shaving-edges, as it has been explained for the pavilion's valley.

204. That latter draught, which suppose diverse, or by length, either by dropping, both the rafters bordering on a same point of the valley, being absolutely independent from building's angles, it is very *plain that it has a perfect generality, and* can be applied on all the cases, ever on the slanting buildings, though the draught's masters could teach a special theory of them.

Remark. Nicholas Fourneau, into the I.re part, pag. 9, of the *Art of the carpentry's draught*, offers the following observation : « Into such work- » ings, the strength of the timbers ought to be » proportioned to the weight, and it is to be observed » that the valleys cannot be too strength, since all » the rafters and purlins contribute much to destroy » them ; whilst, on the contrary, into the ends, » rafters bear hips, so that those latters don't need a » strength so great as the valleys. »

It is to be regreted that such an observation could not contain the proportions of the resistances, the timber's strengthes to be employed, as the rate of the lengthes of hips, purlins, rafters, and of the inclined plans resulting of them. The learned ought to be stirred up for discussing such problems, of great concern for the art, and which we think very soluble, because it is generally sufficient for them to consider the *dead energies ;* and the consideration of the *sprightly strengthes*, admitted into the combinations of floors, is needless into roofings, except the ones of theatres, wherein many engines ought to be always adapted.

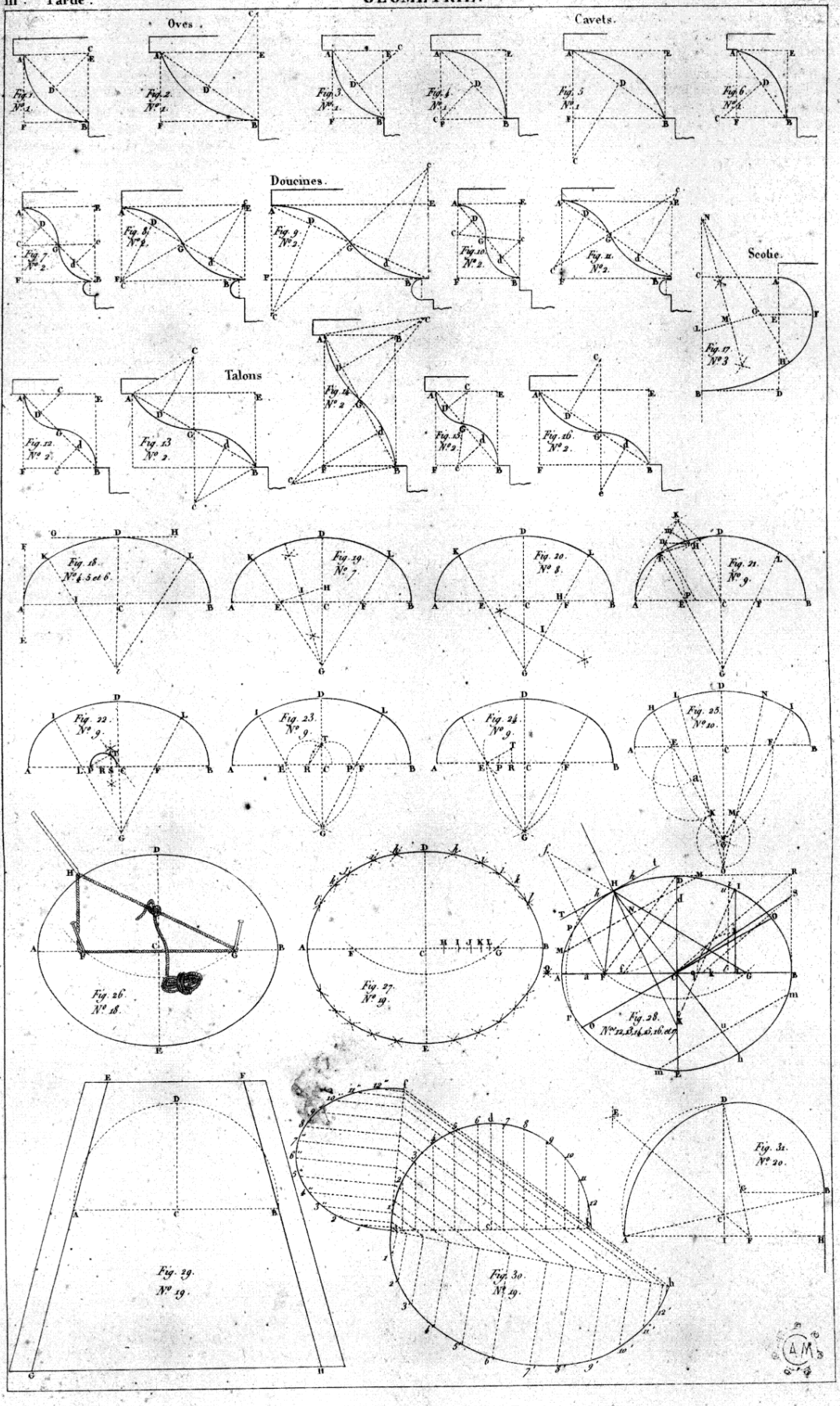
FIN DE LA TROISIÈME PARTIE.

Nous nous sommes aidés, pour l'exécution de cette Partie, des secours de M. CRUSSIÈRE, *Démonstrateur de trait.*

Dieser dritte Heft ist zum Theil mit von H. CRUSSIÈRE, *Lehrer der Stereotomie, verabfasst worden.*

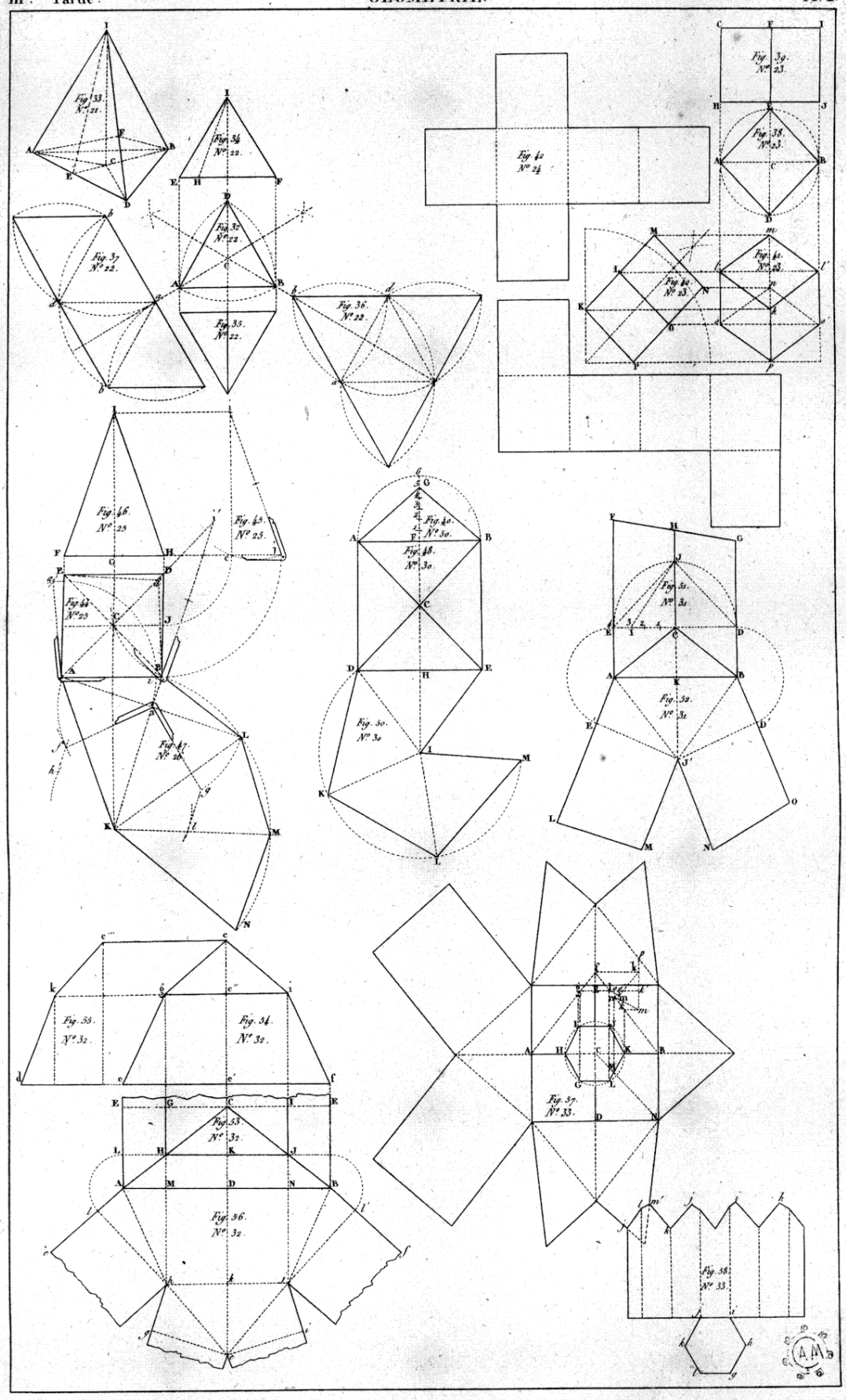
That Part has been made up with helping of Sir CRUSSIÈRE, *Demonstrator of draught.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



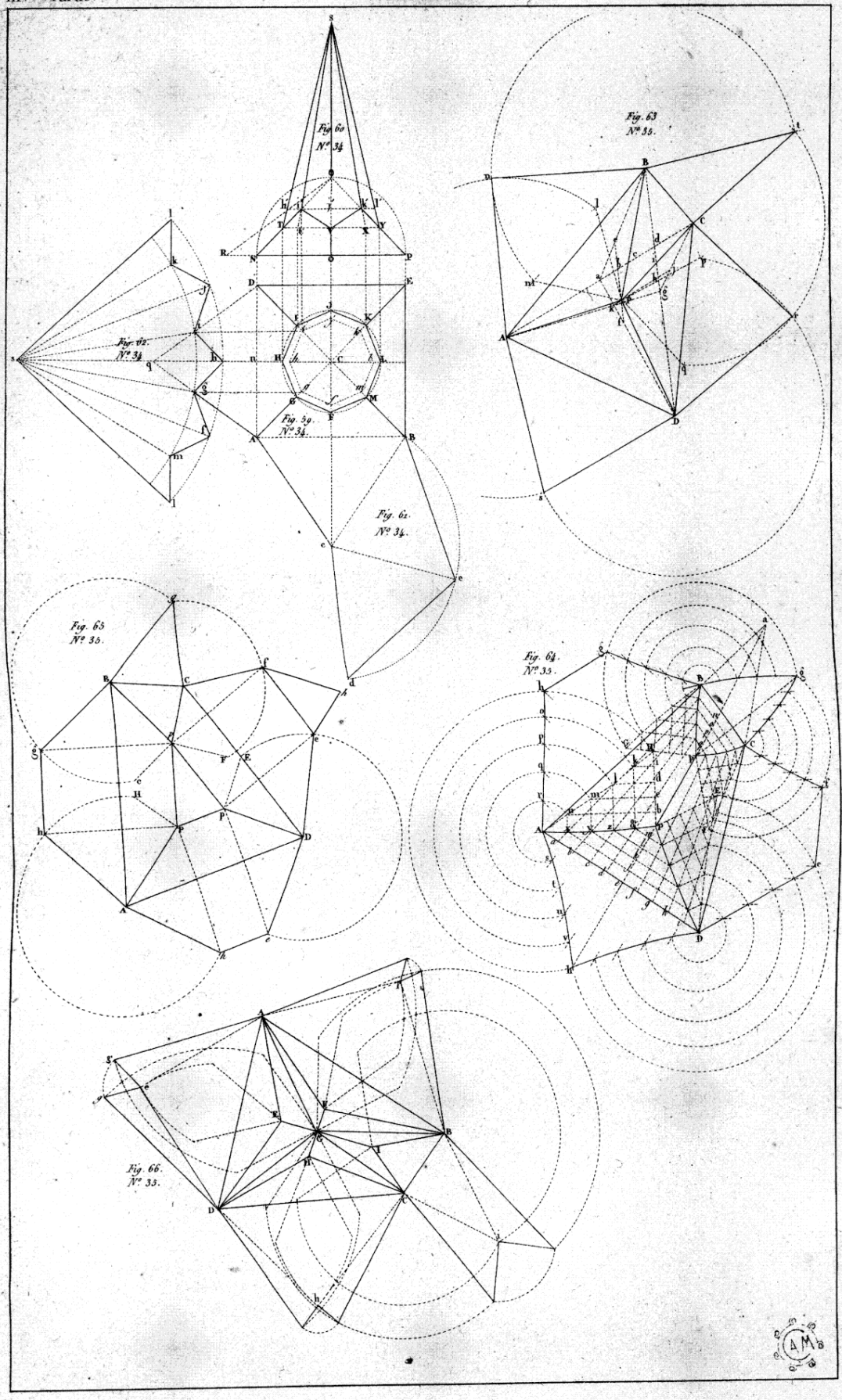
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



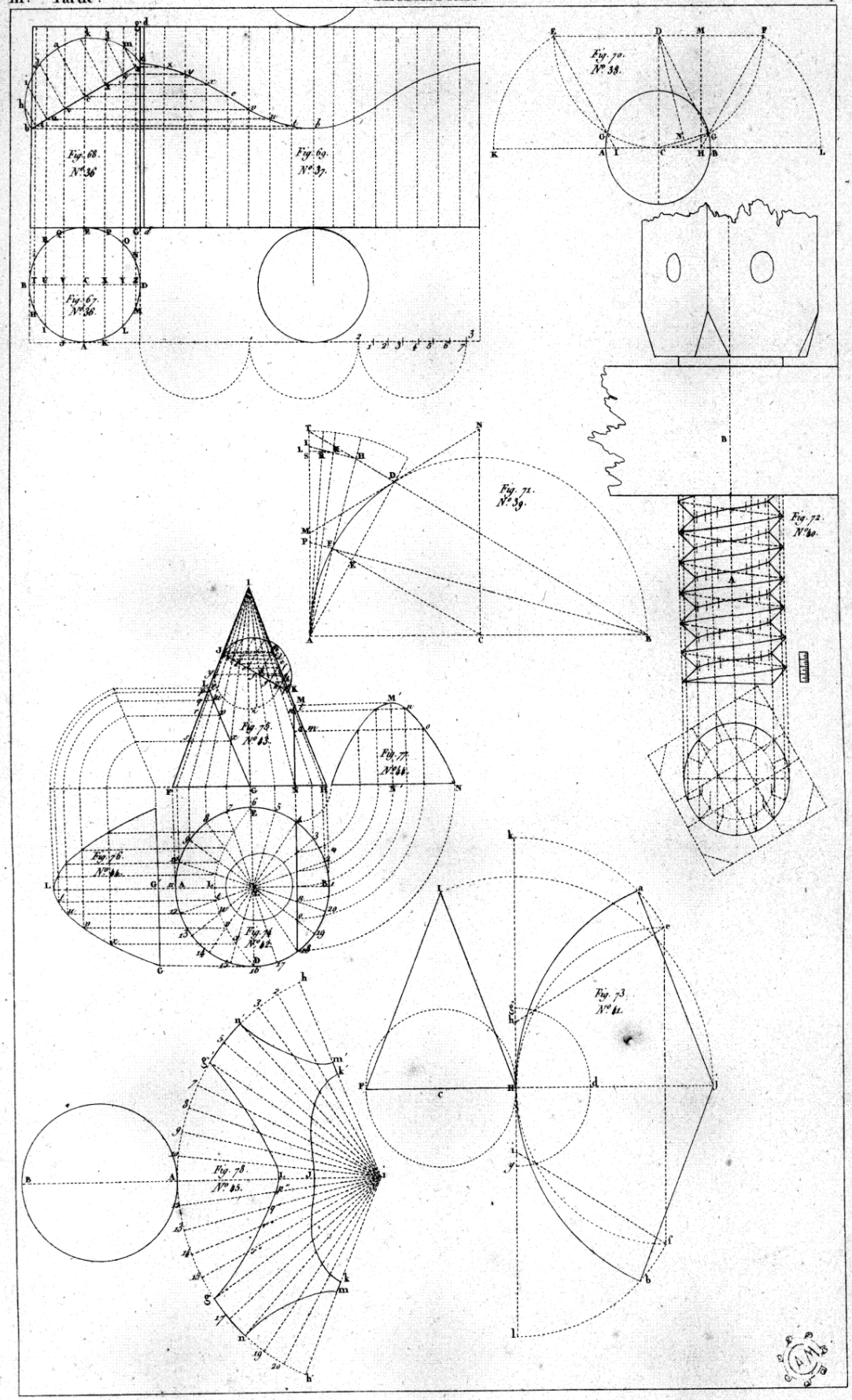
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



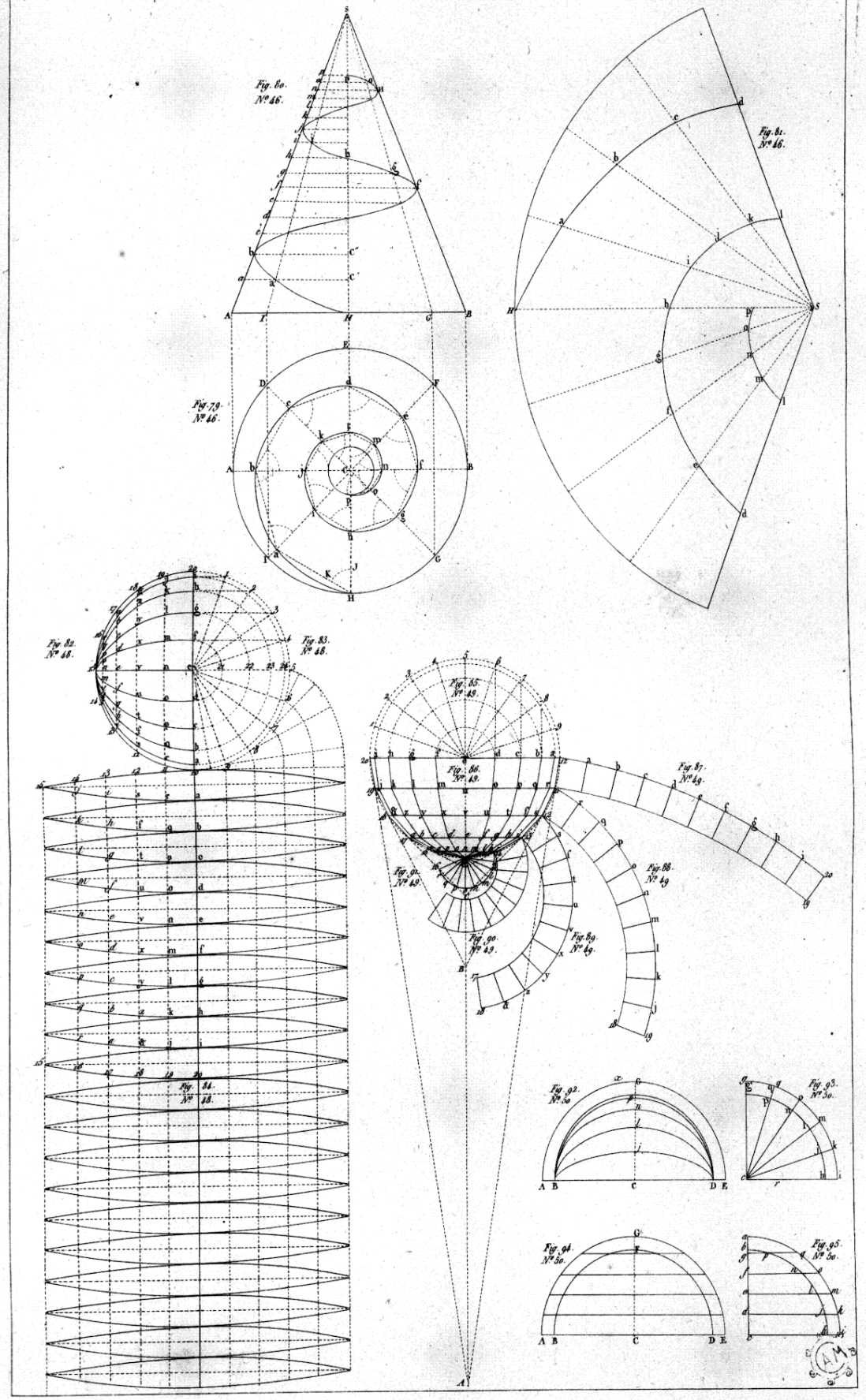
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



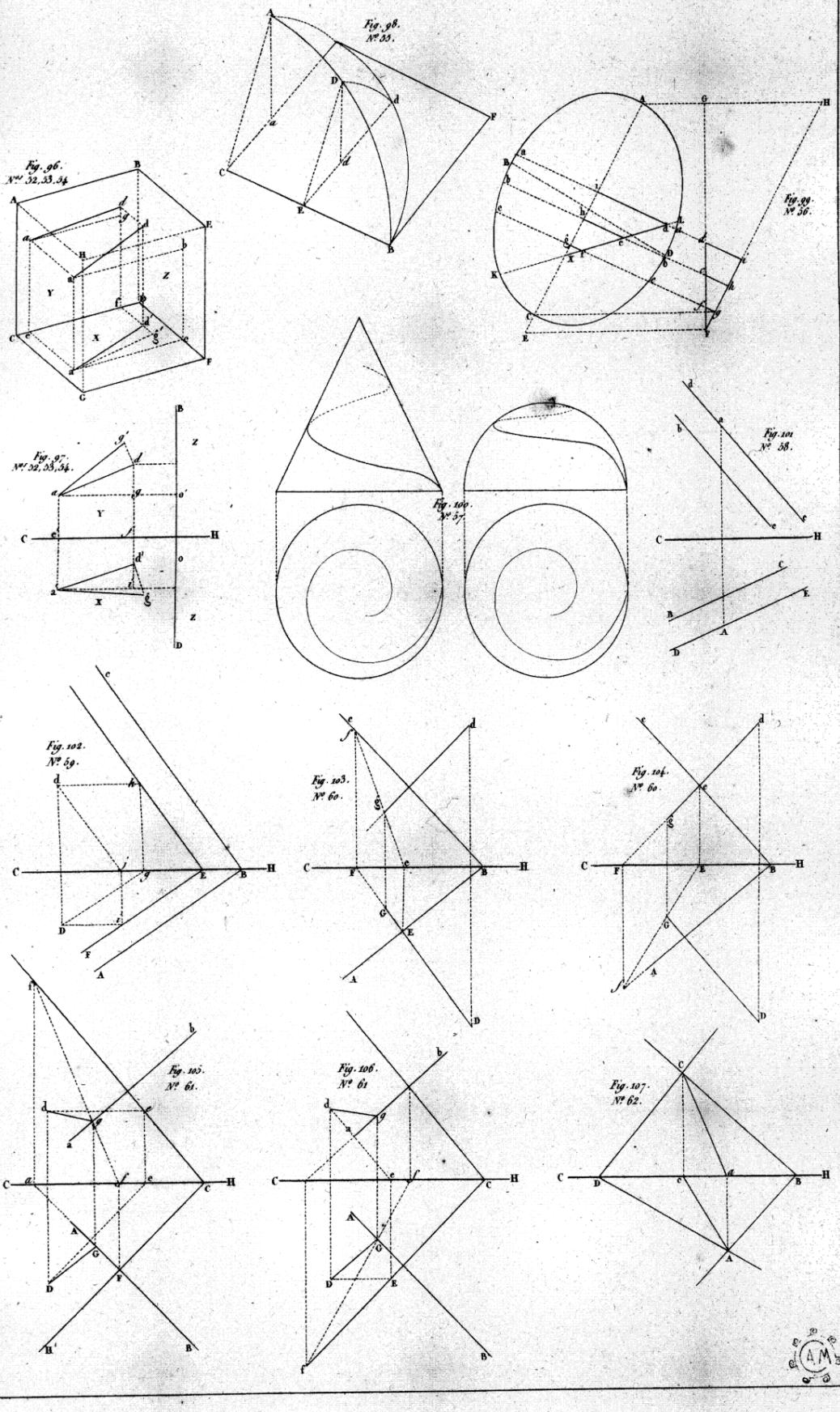
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



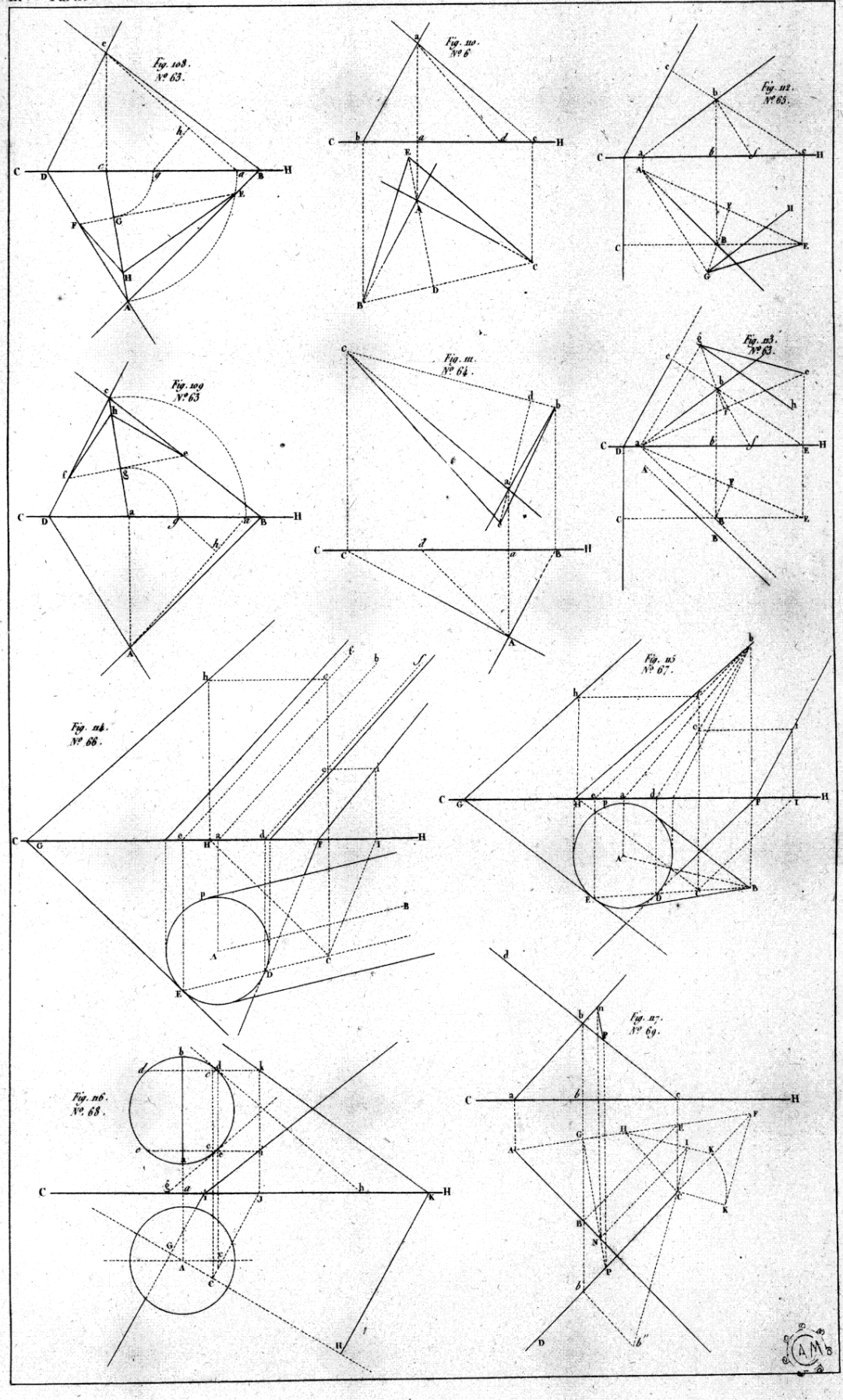
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



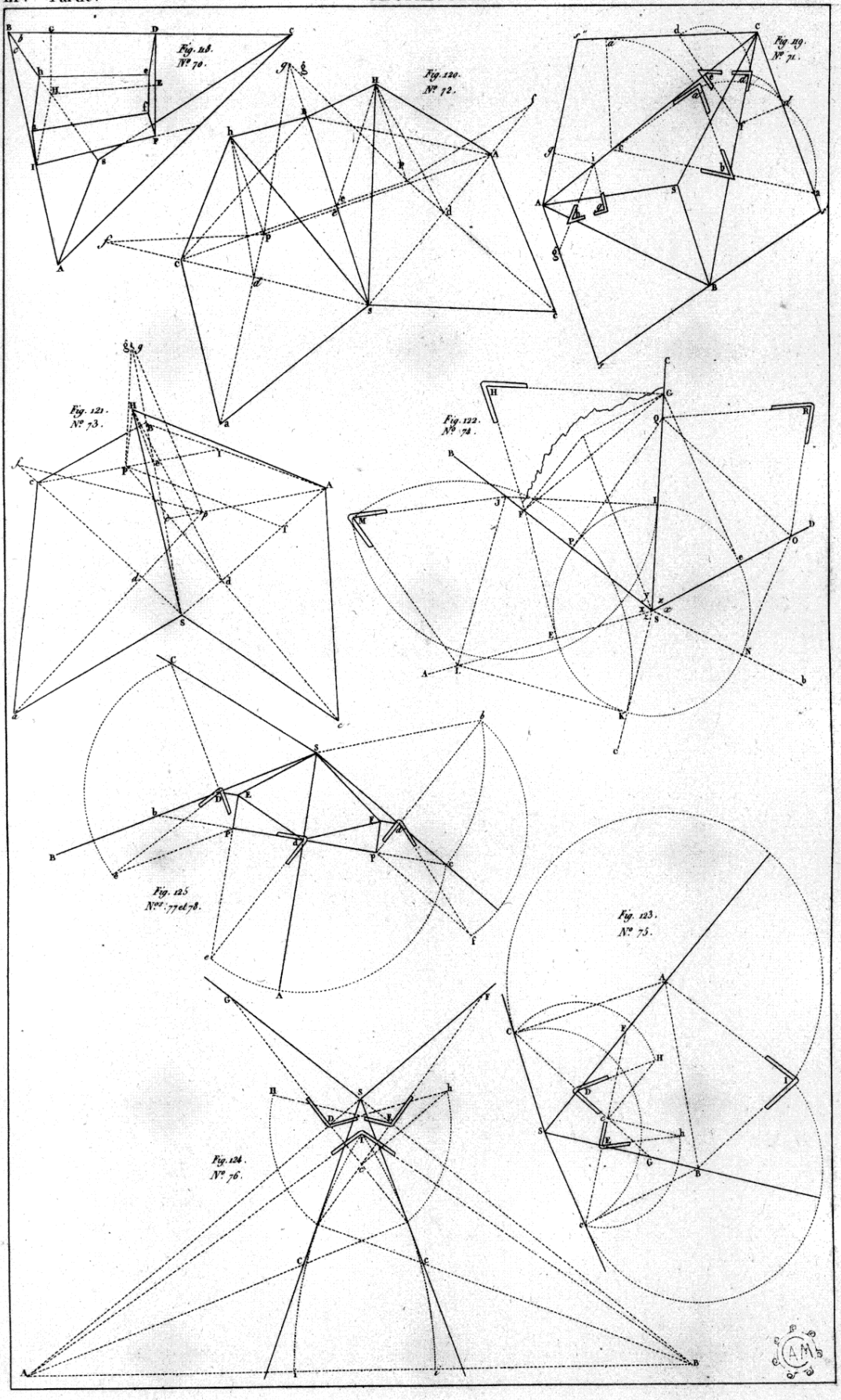
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



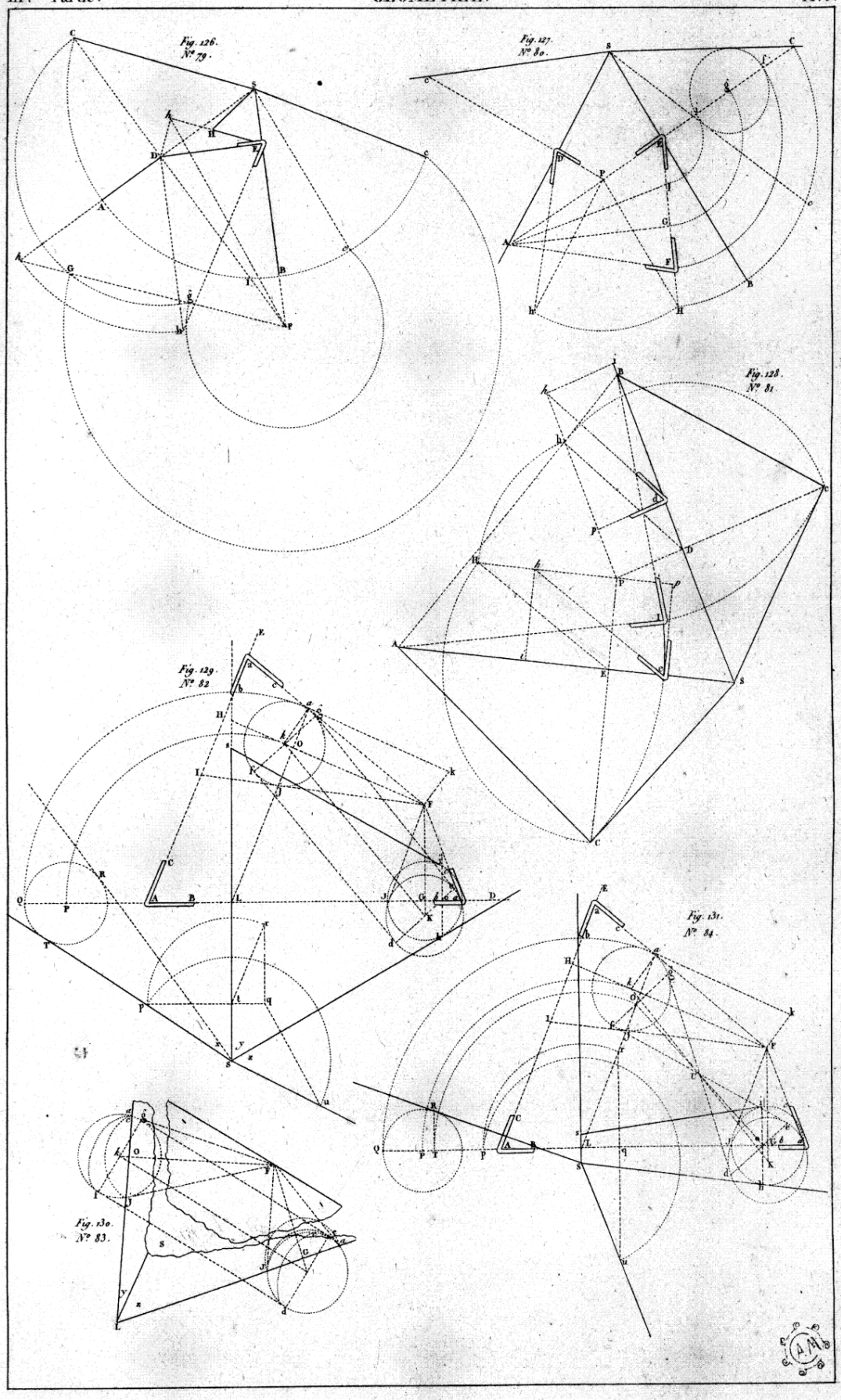
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



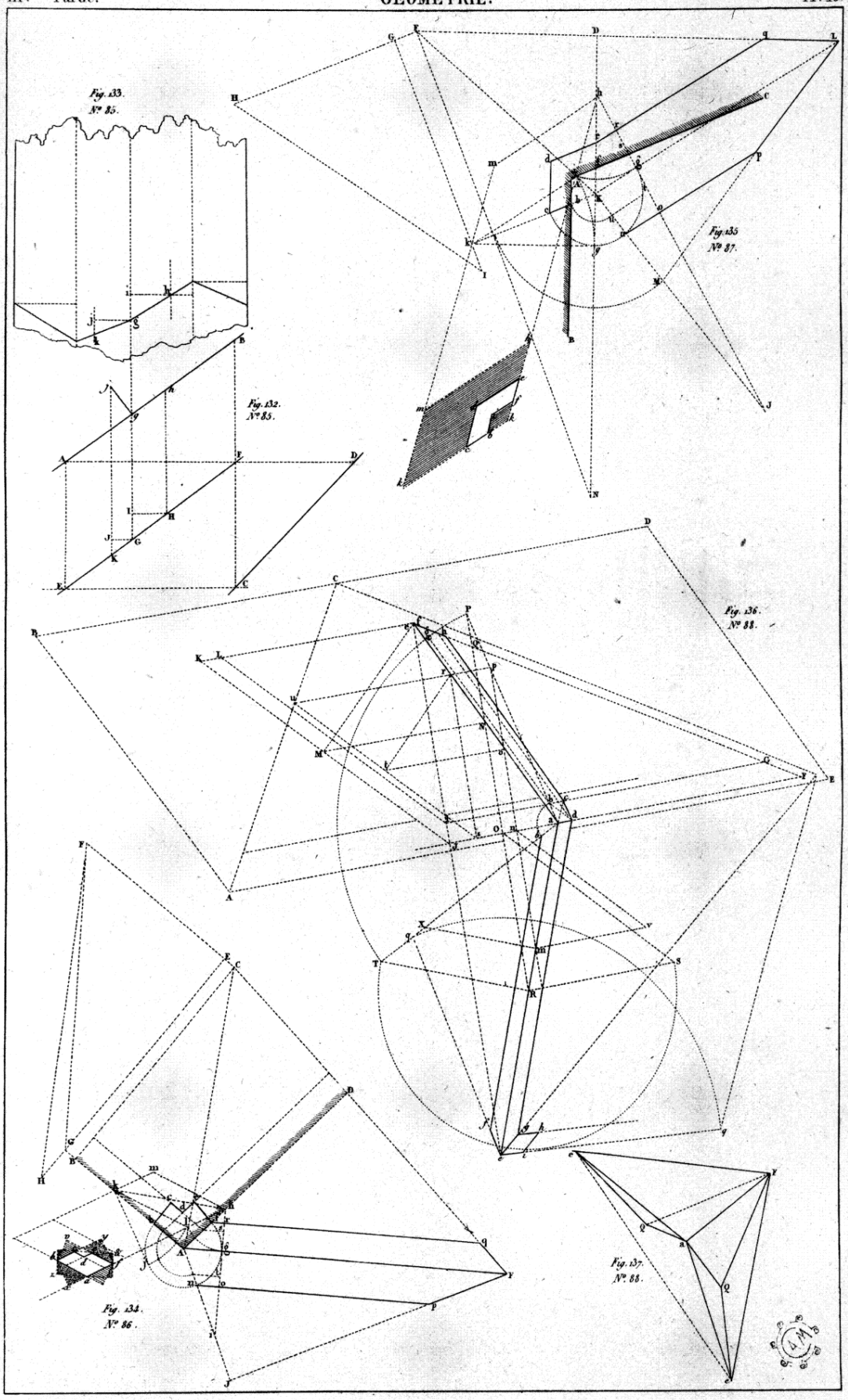
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



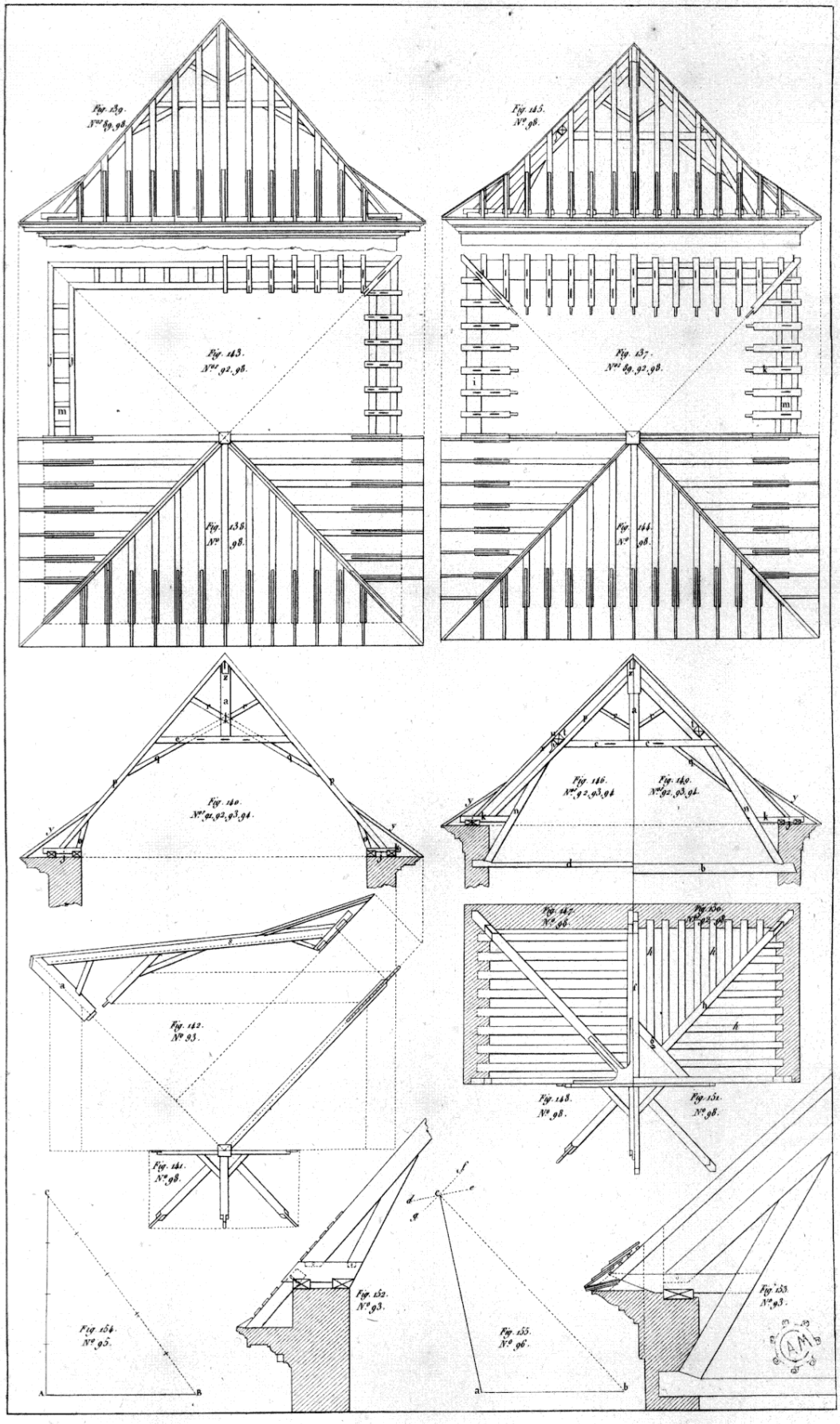
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



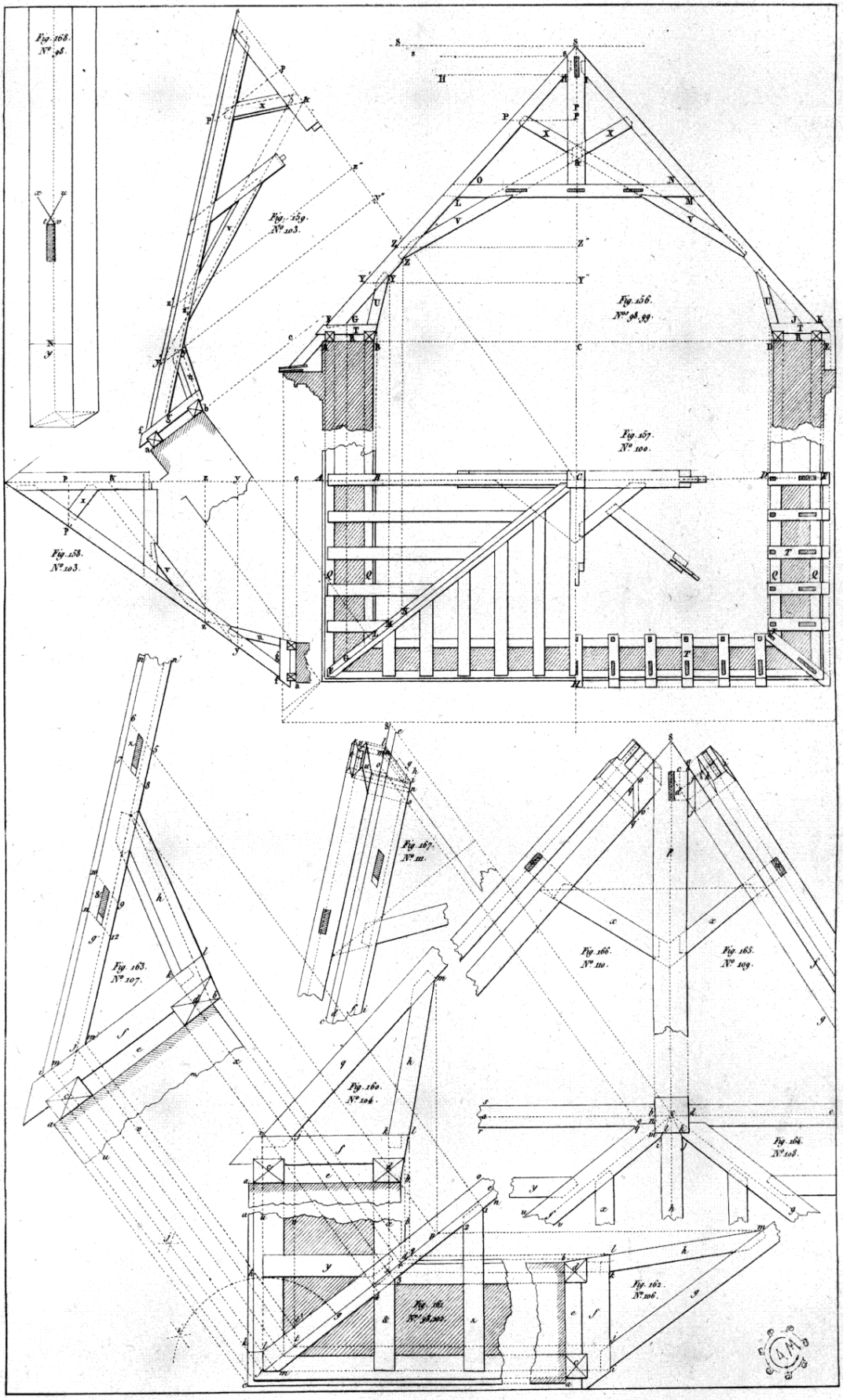
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



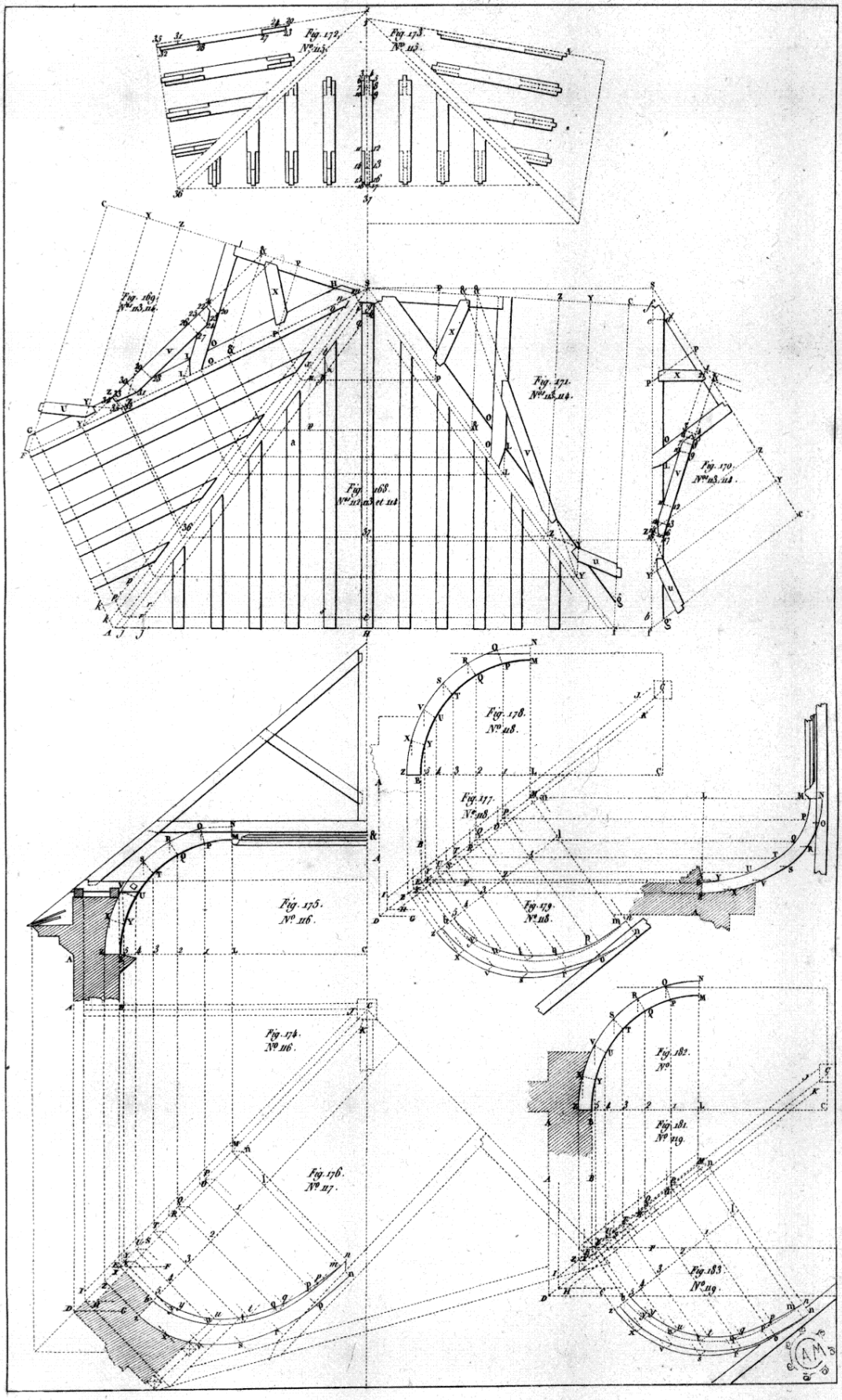
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



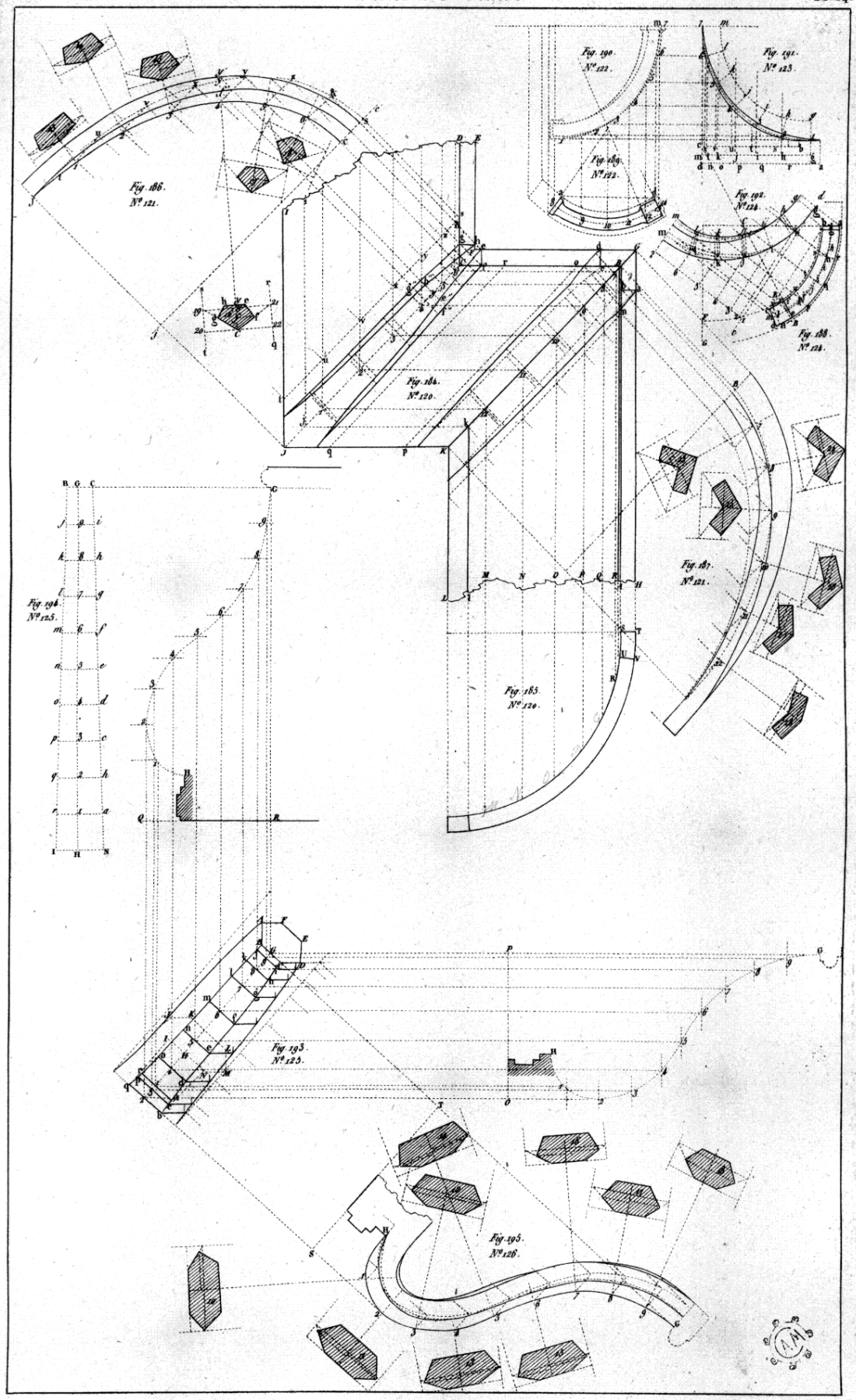
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



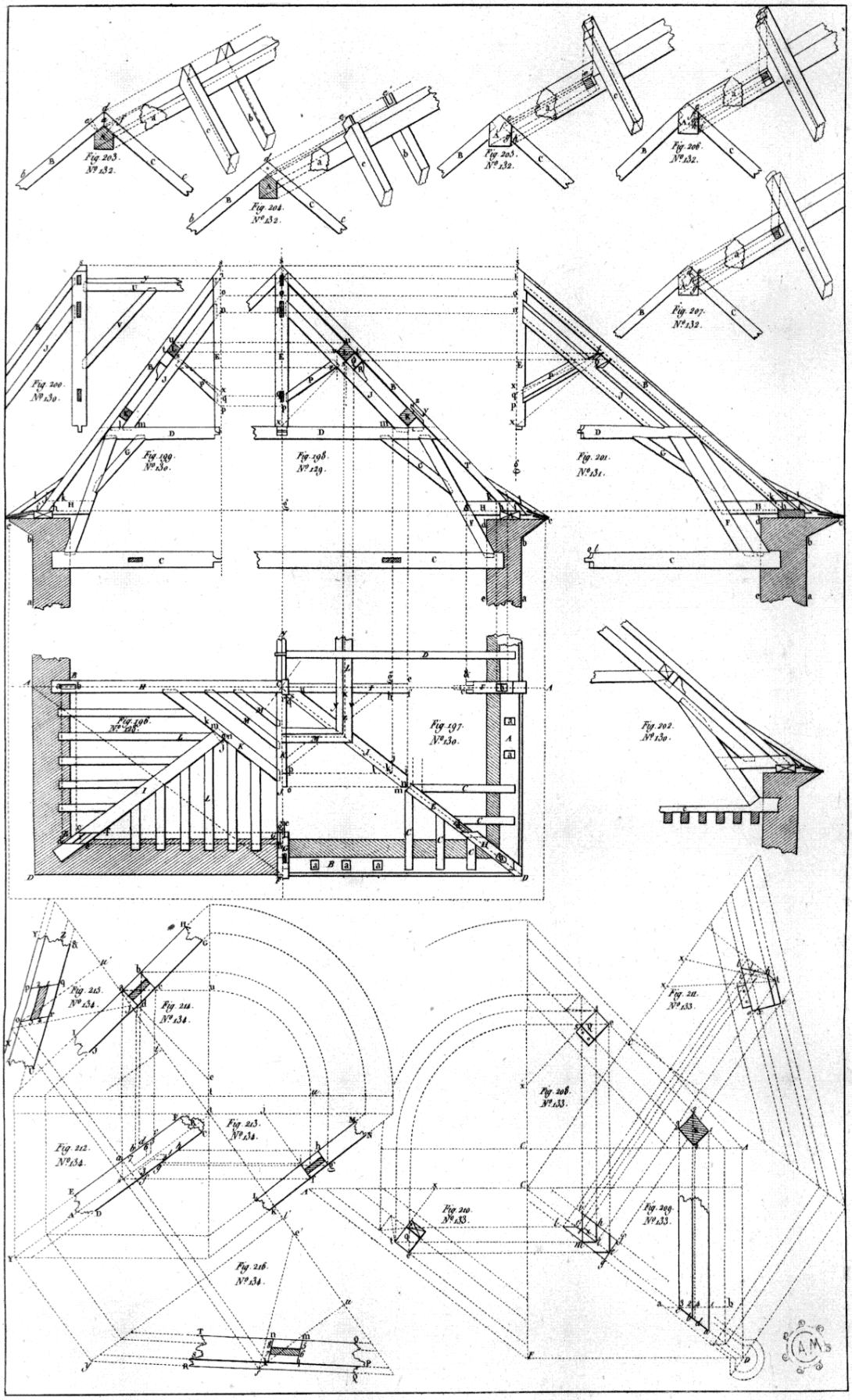
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



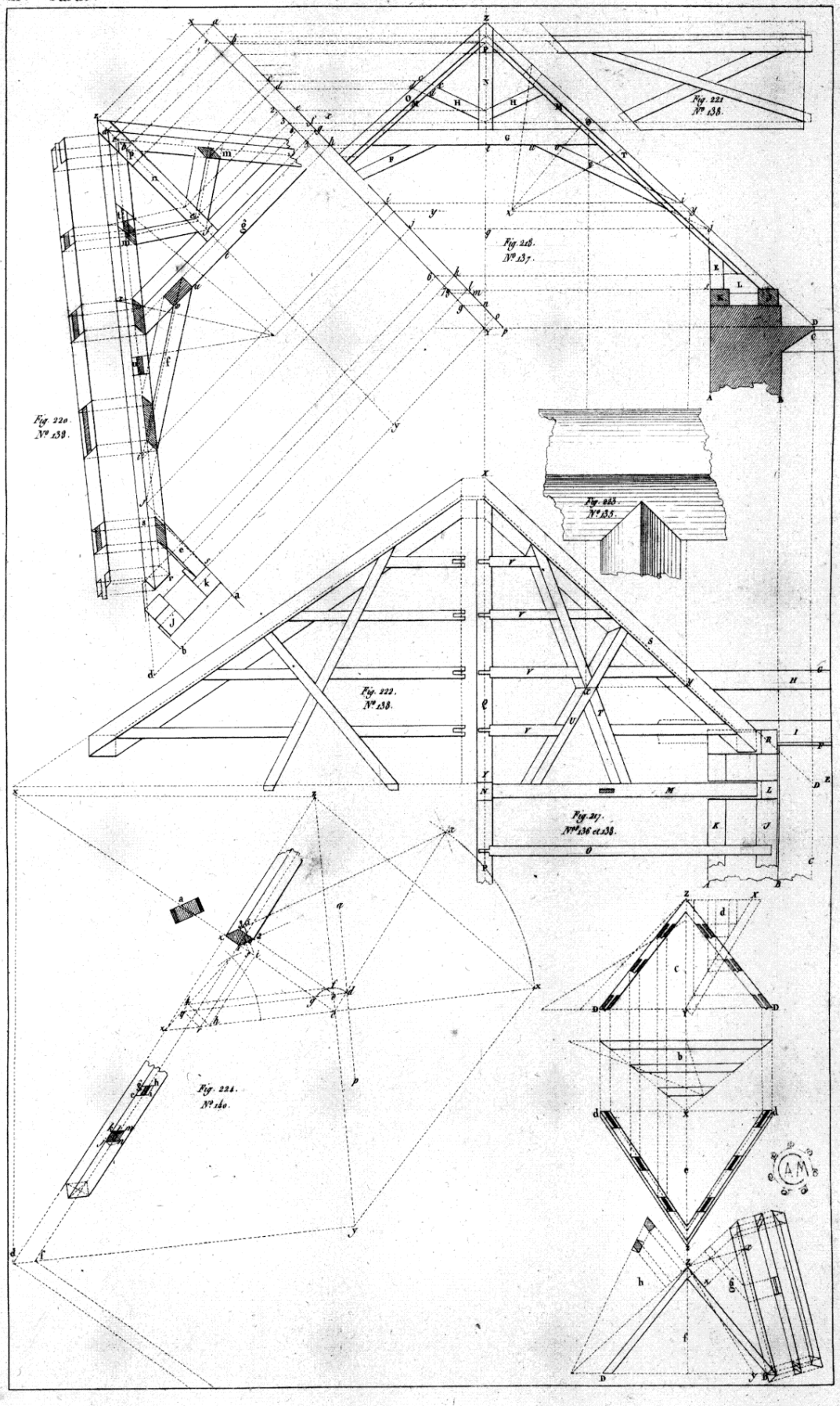
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



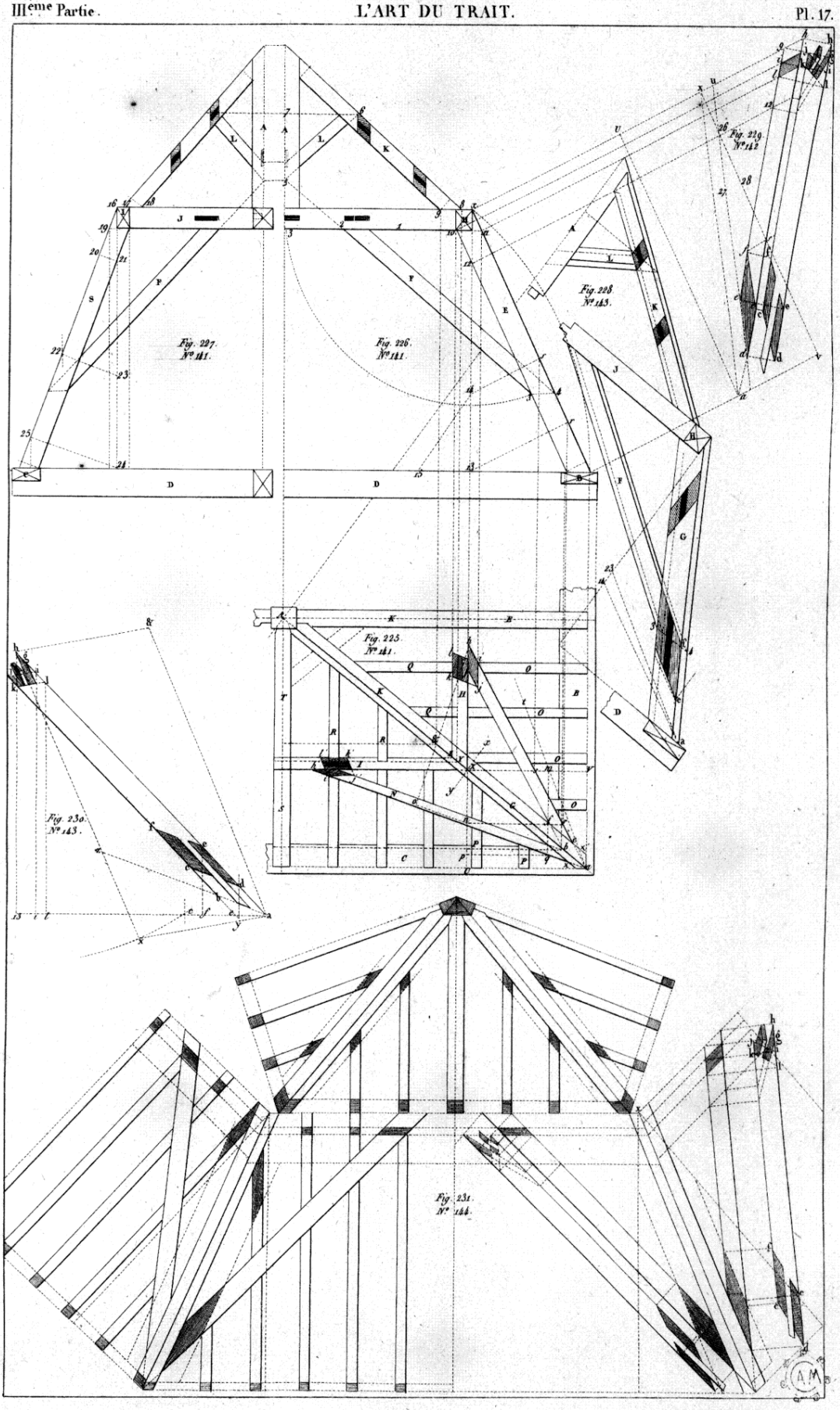
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



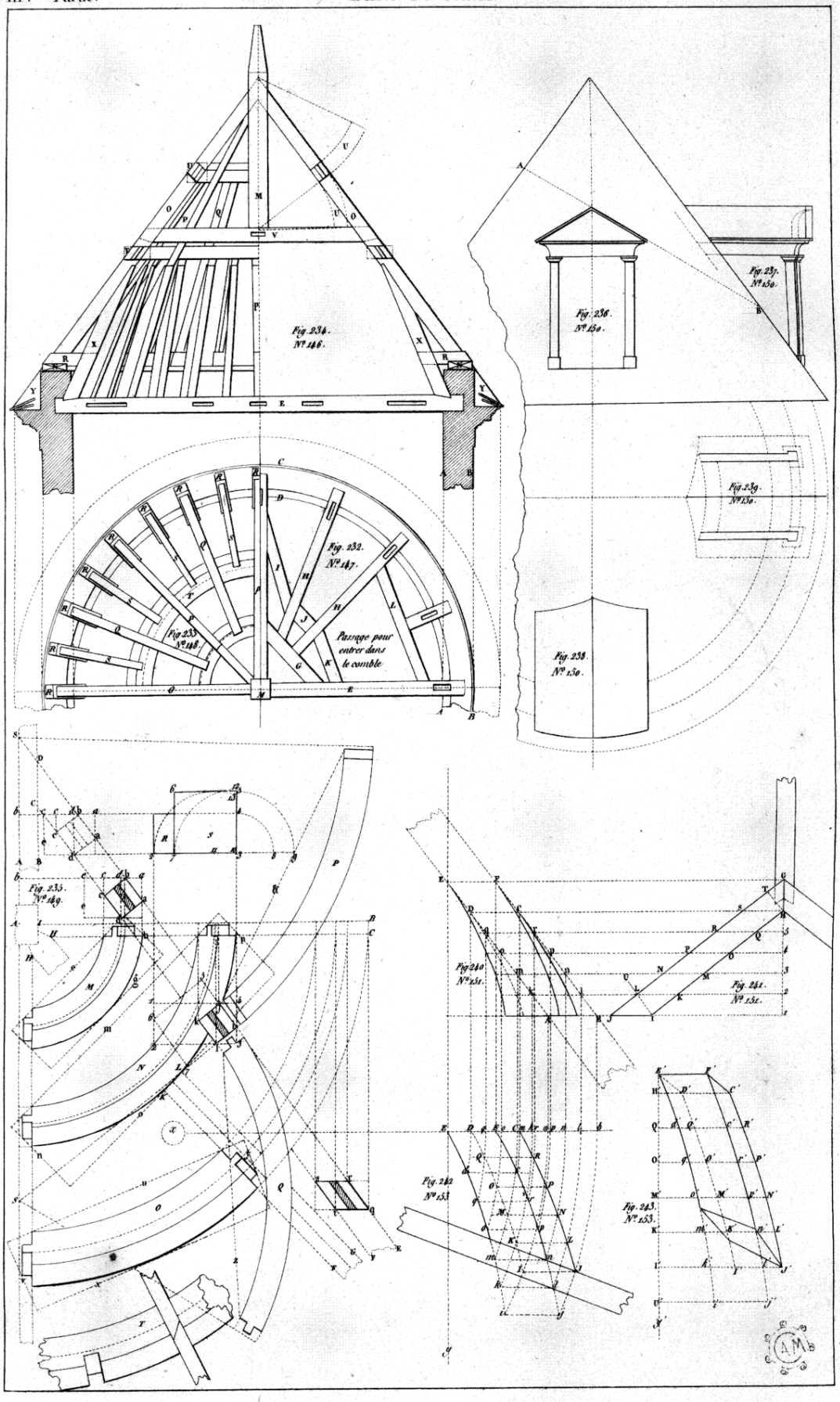
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



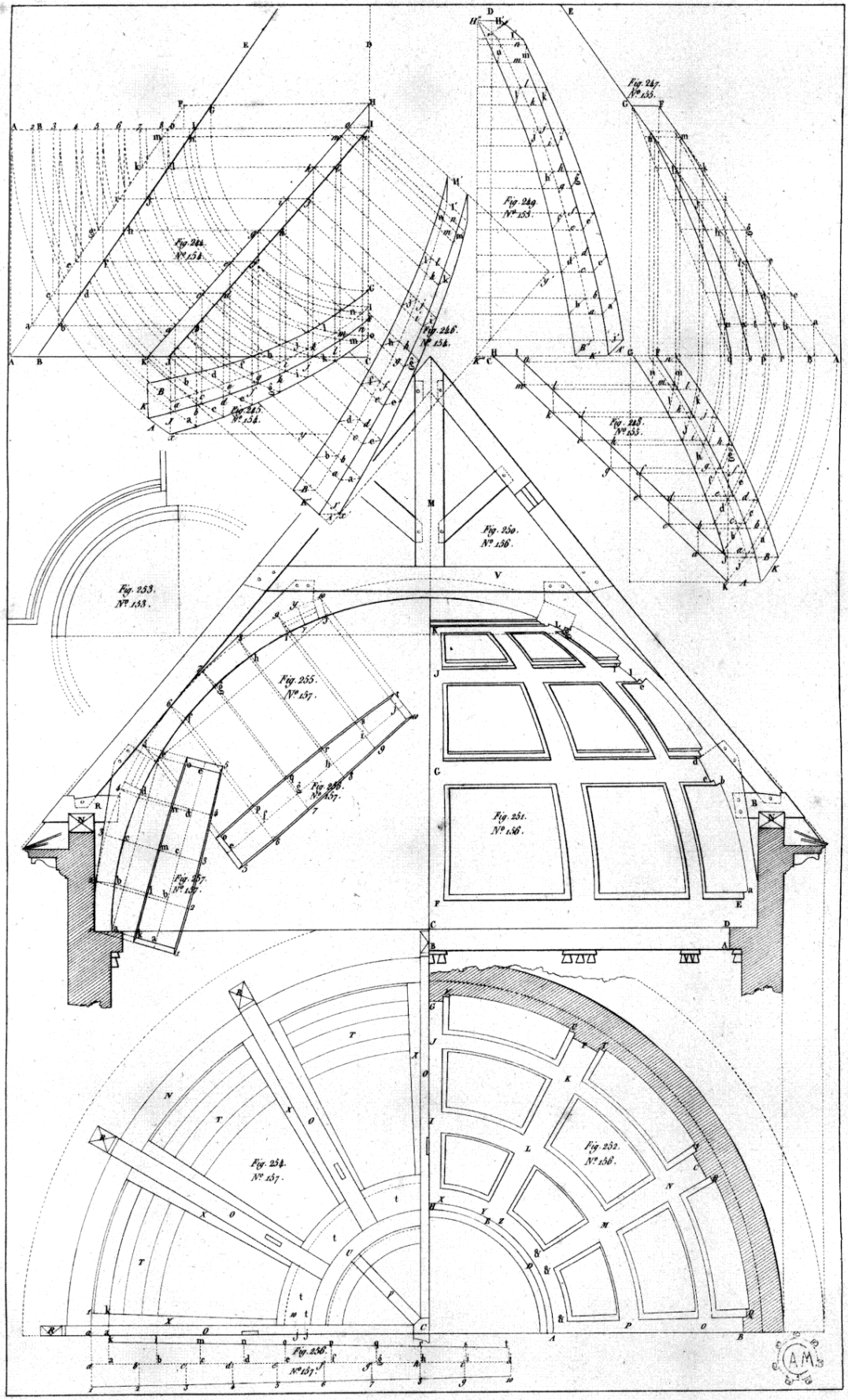
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



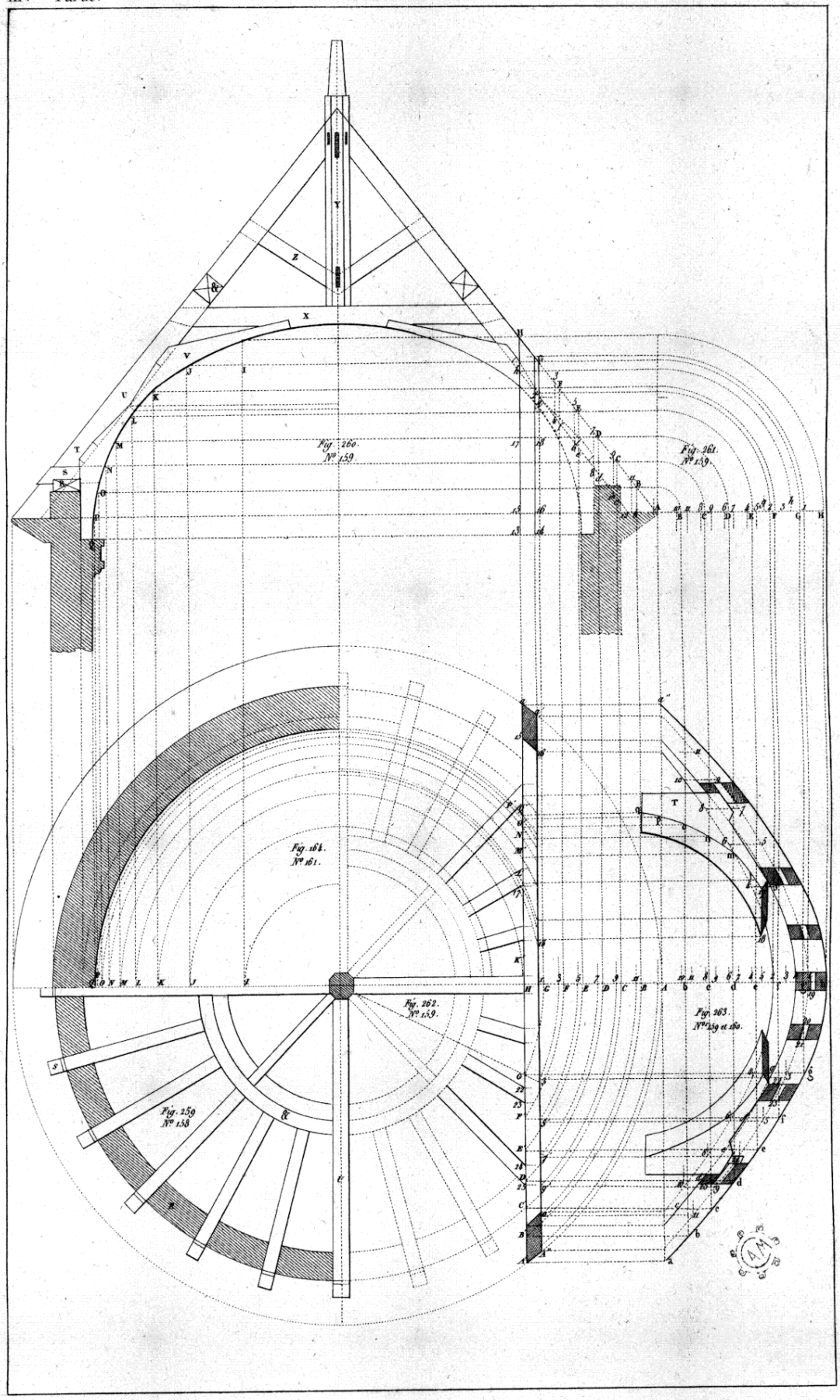
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



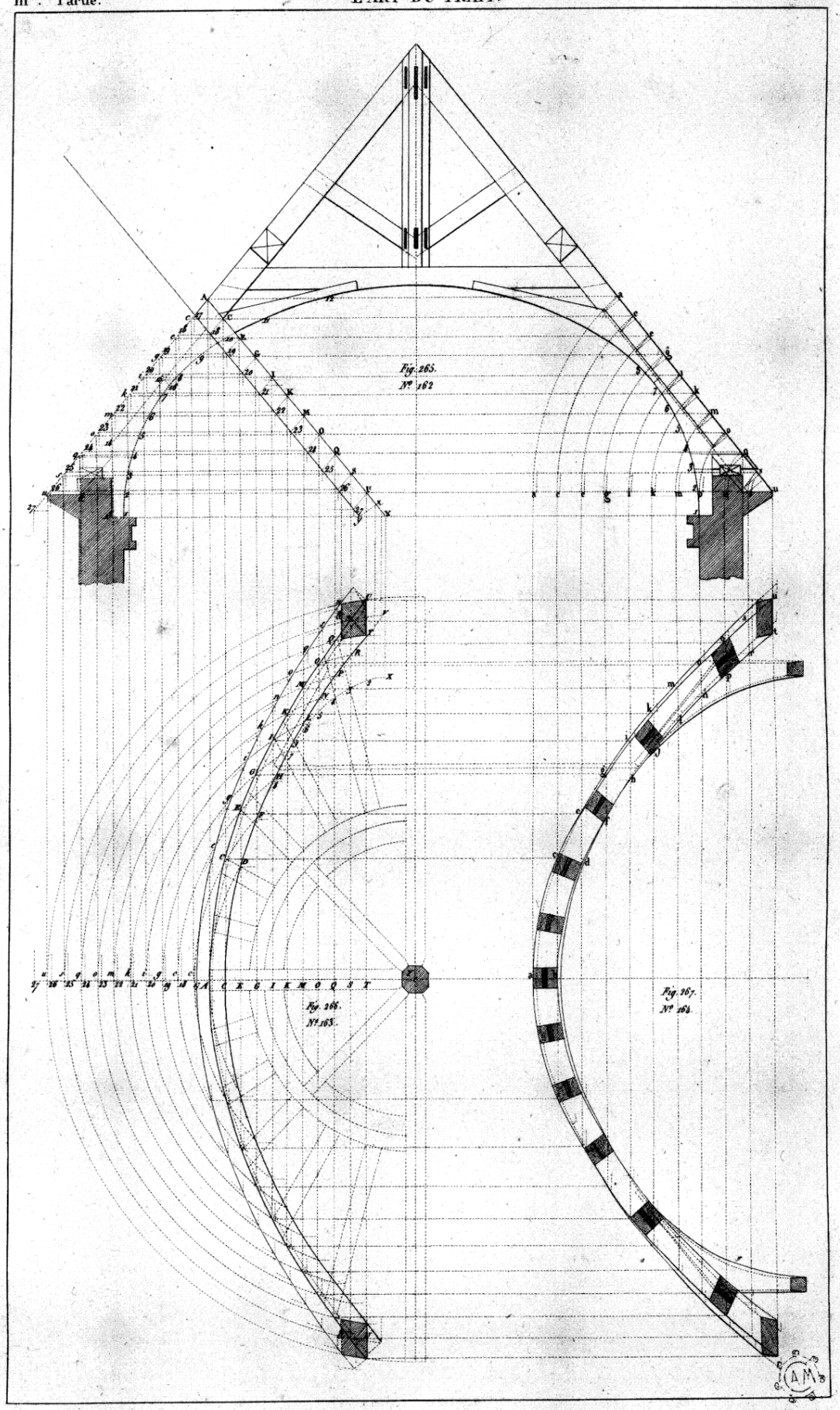
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



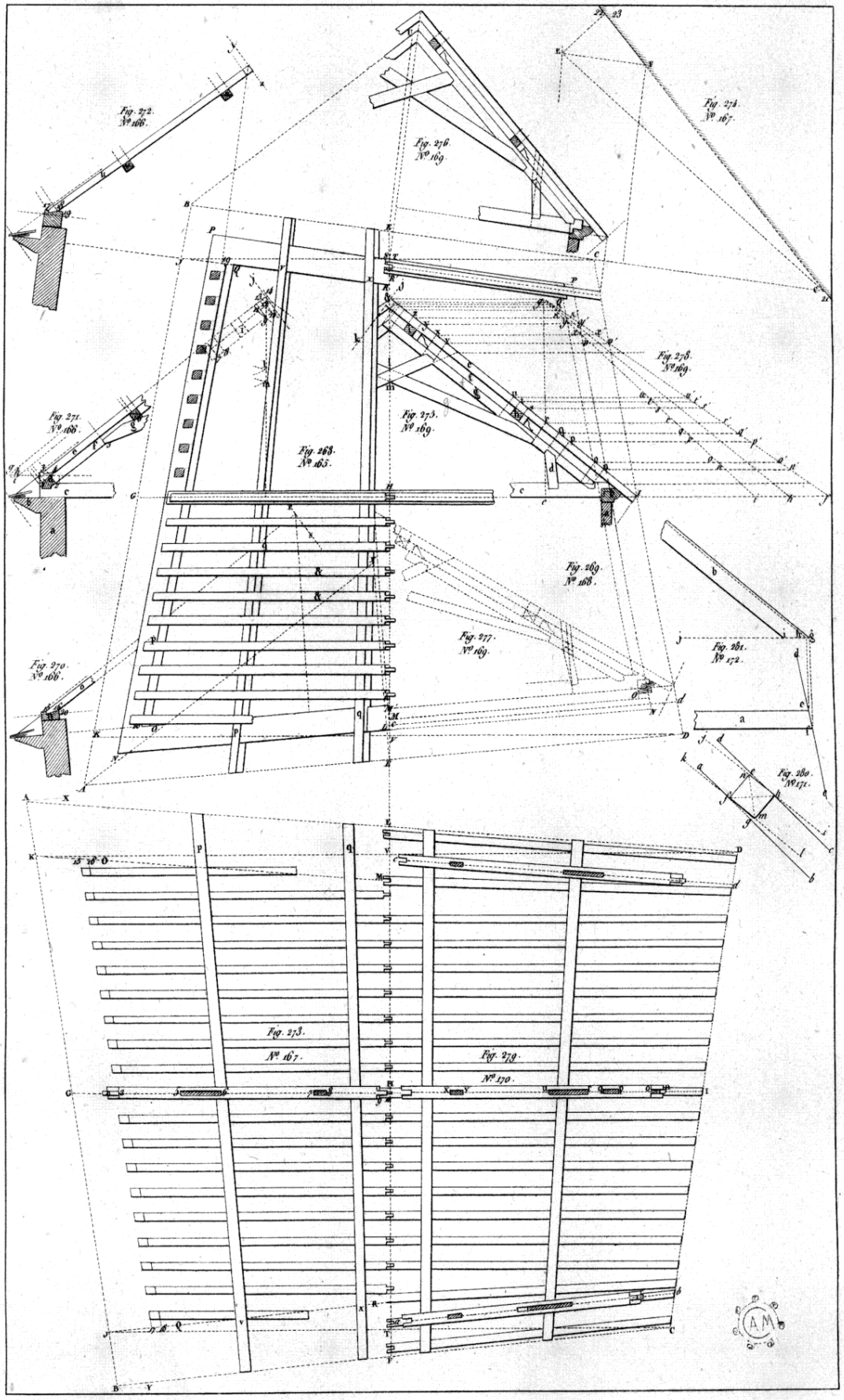
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



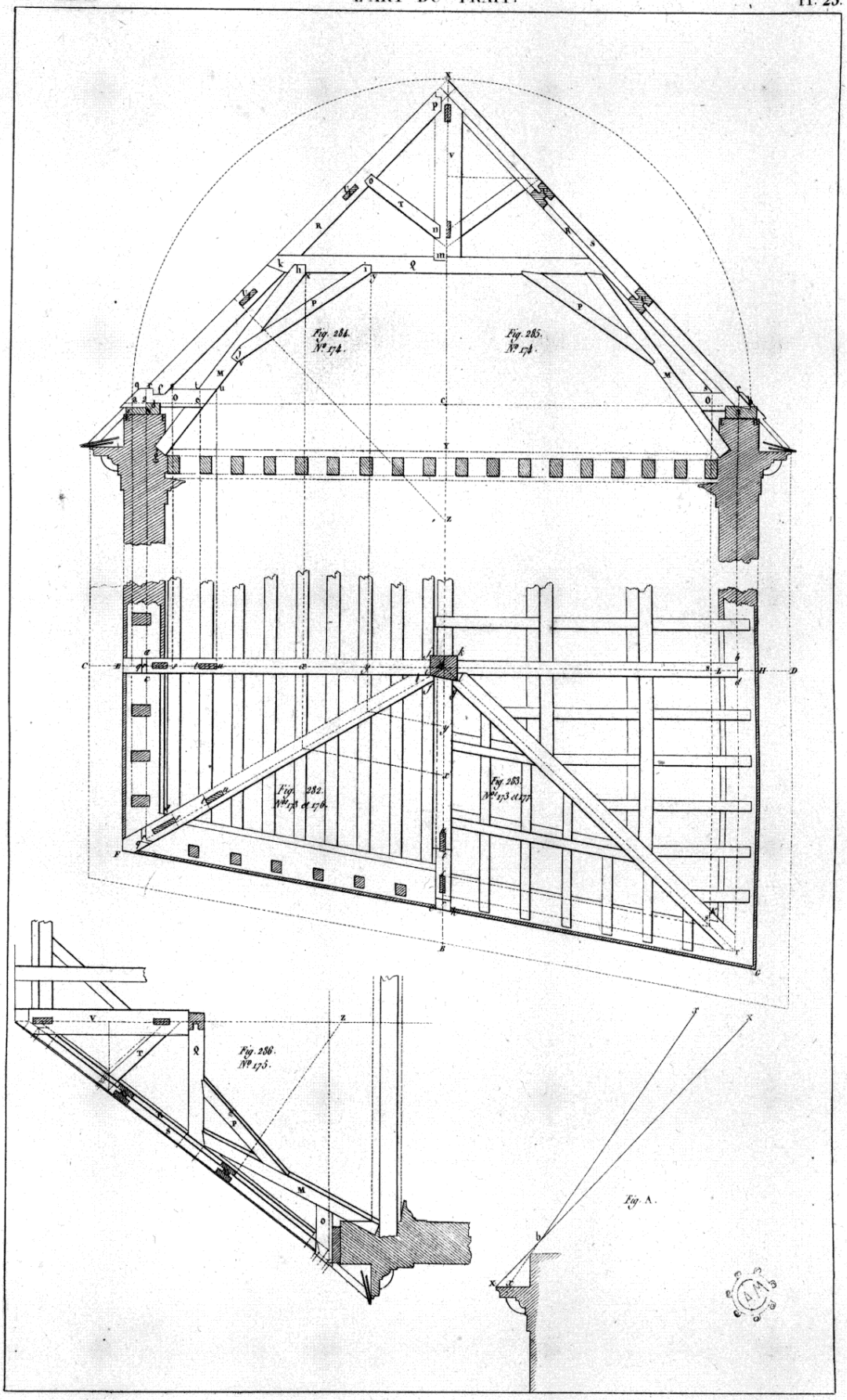
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

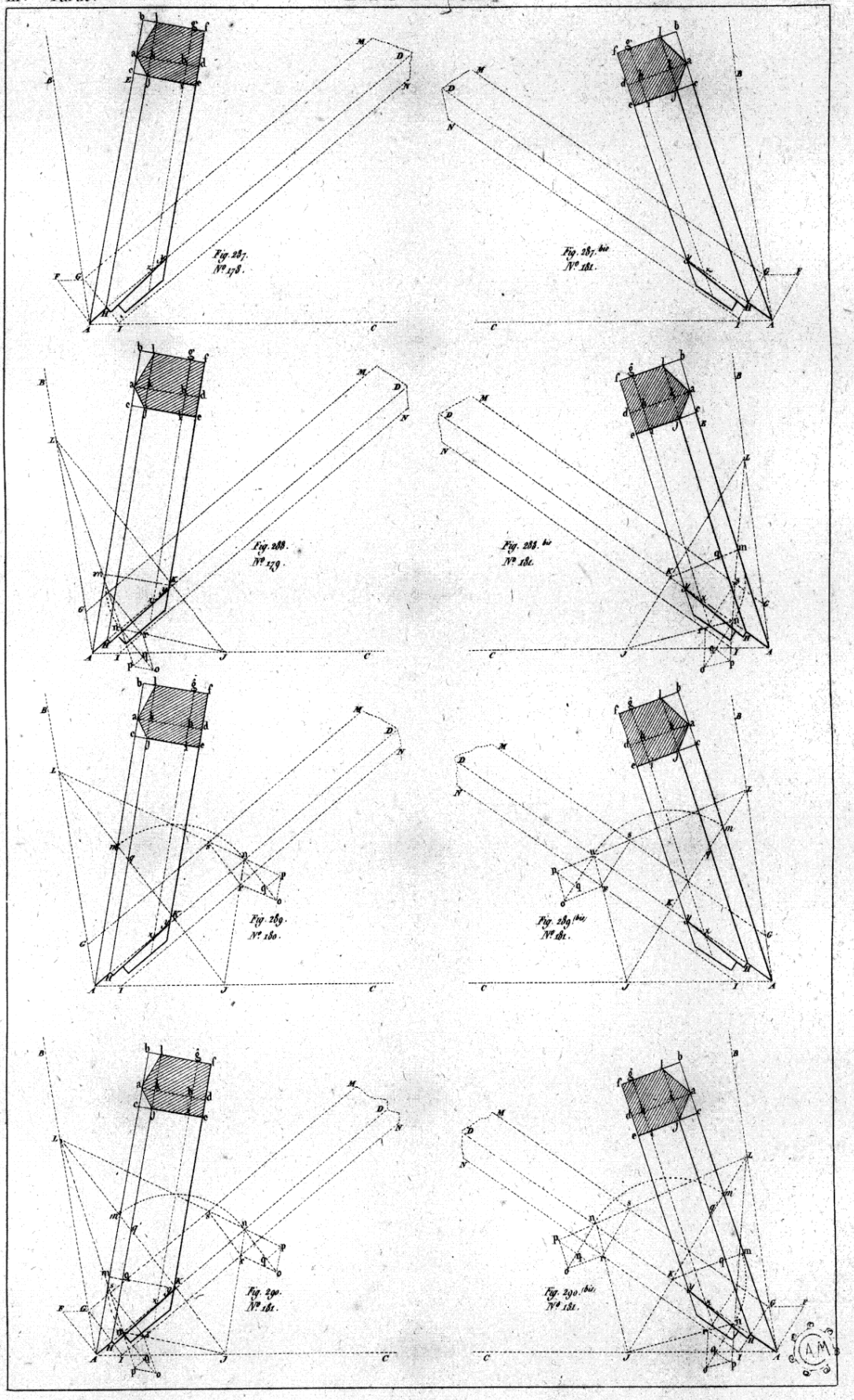


Fig. 287. N° 178.

Fig. 287 bis. N° 181.

Fig. 288. N° 179.

Fig. 288 bis. N° 181.

Fig. 289. N° 180.

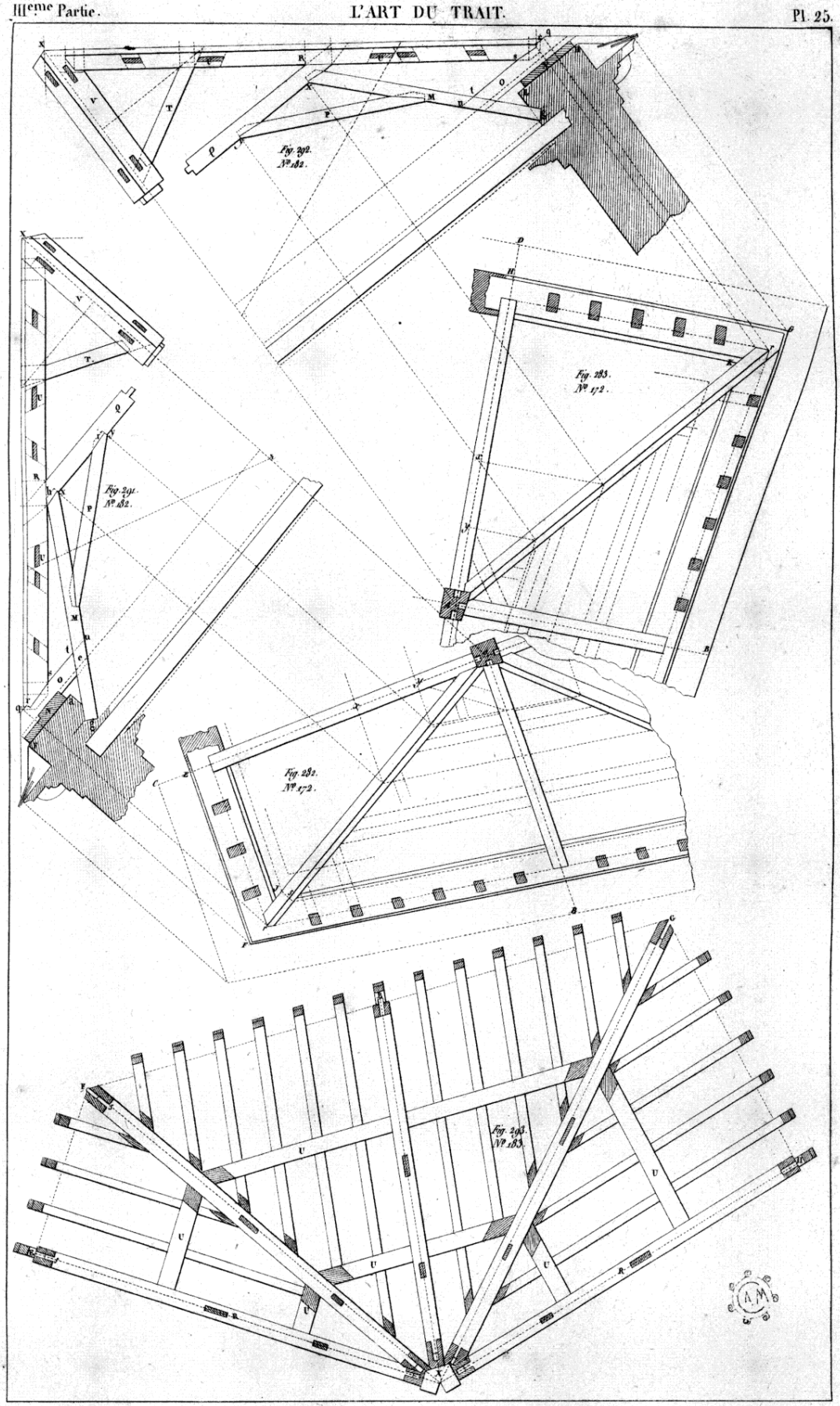
Fig. 289 bis. N° 181.

Fig. 290. N° 181.

Fig. 290 bis. N° 181.

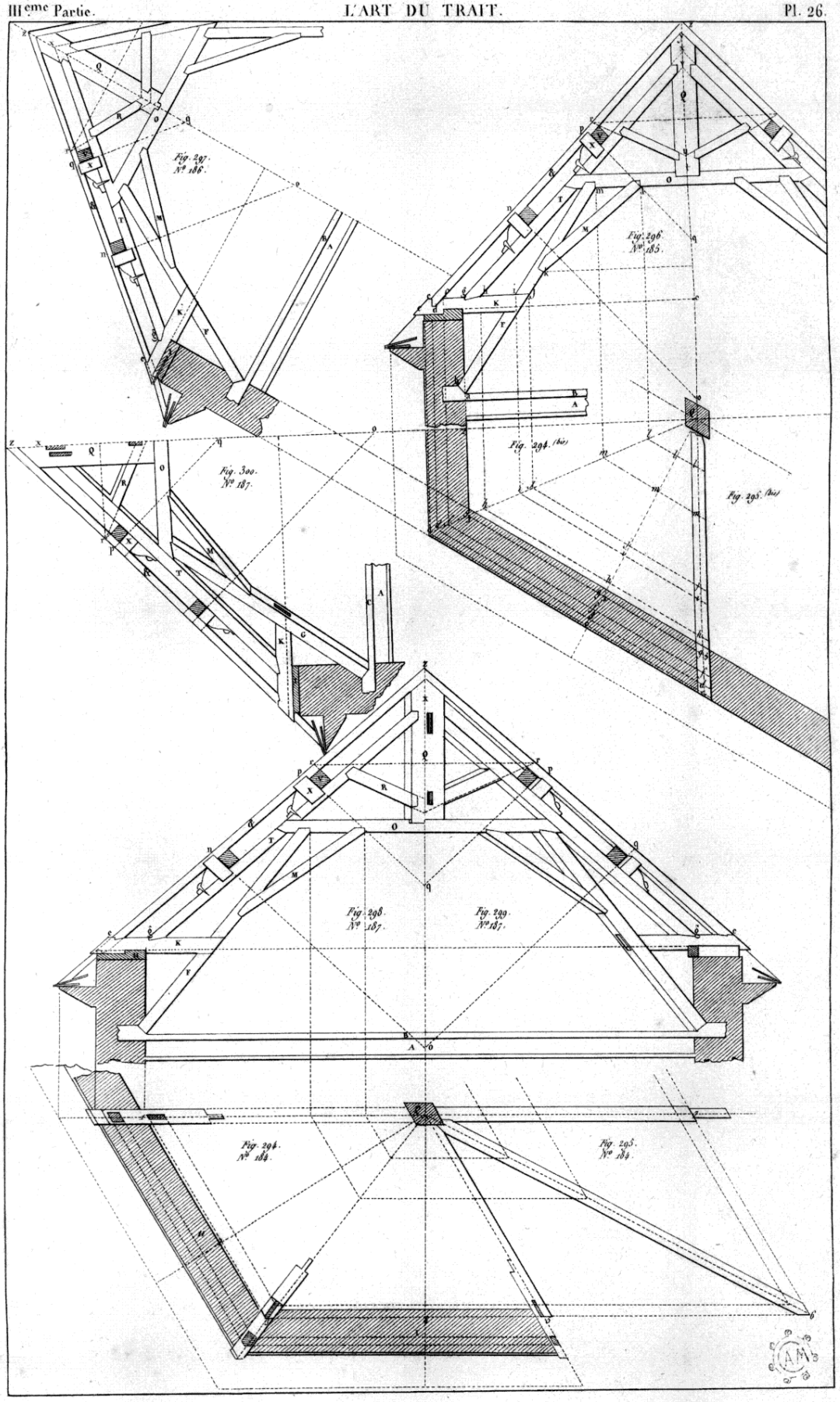
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



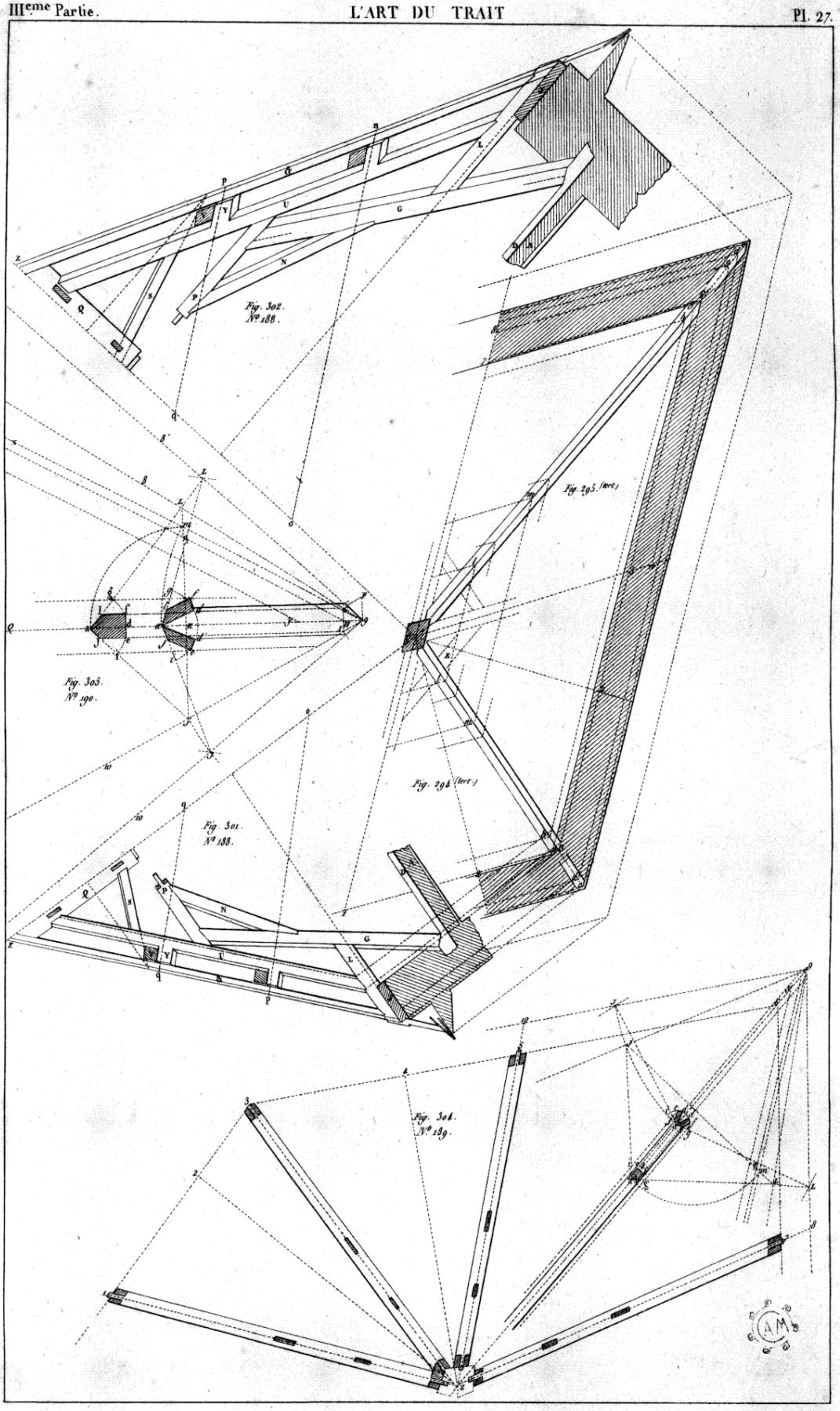
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



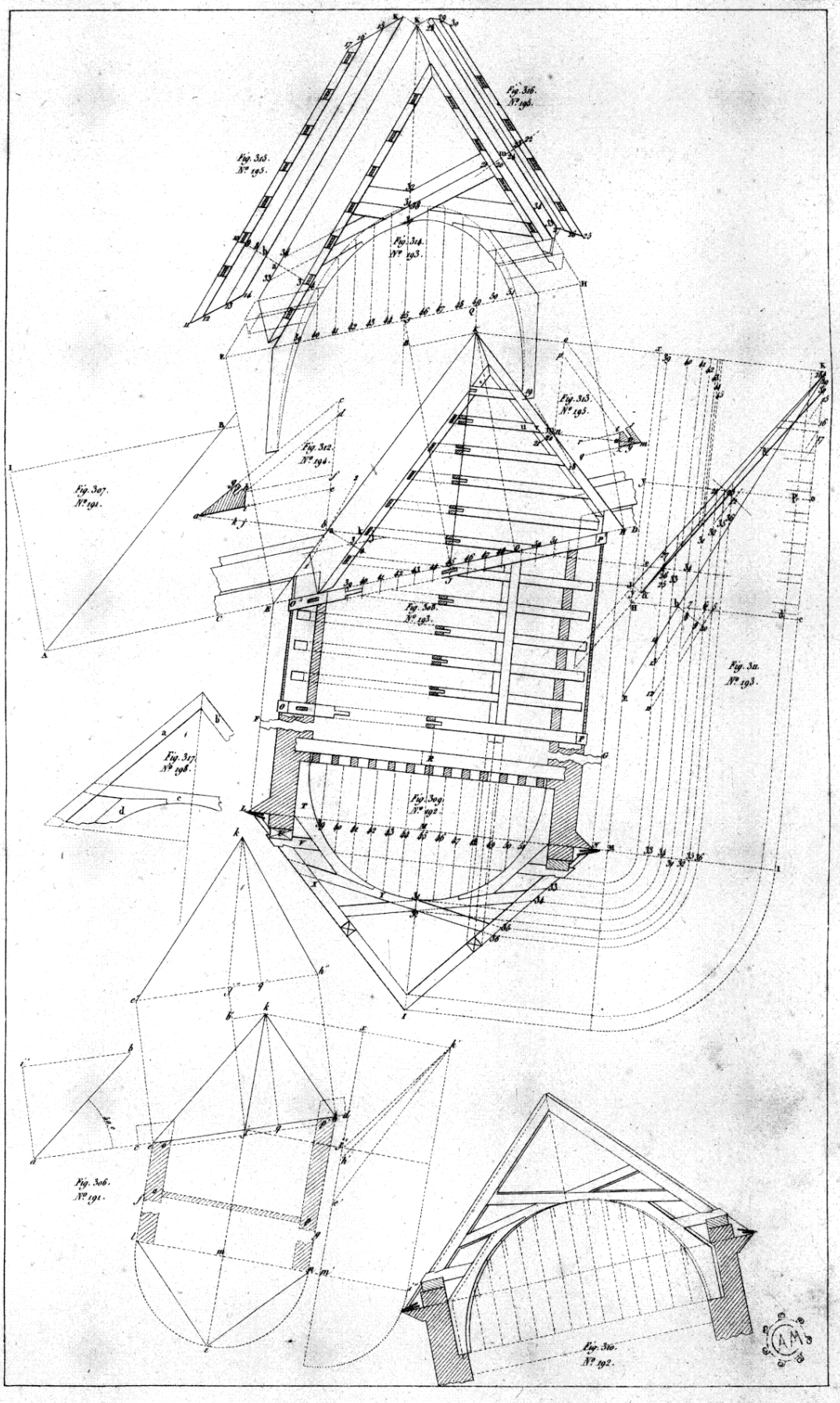
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



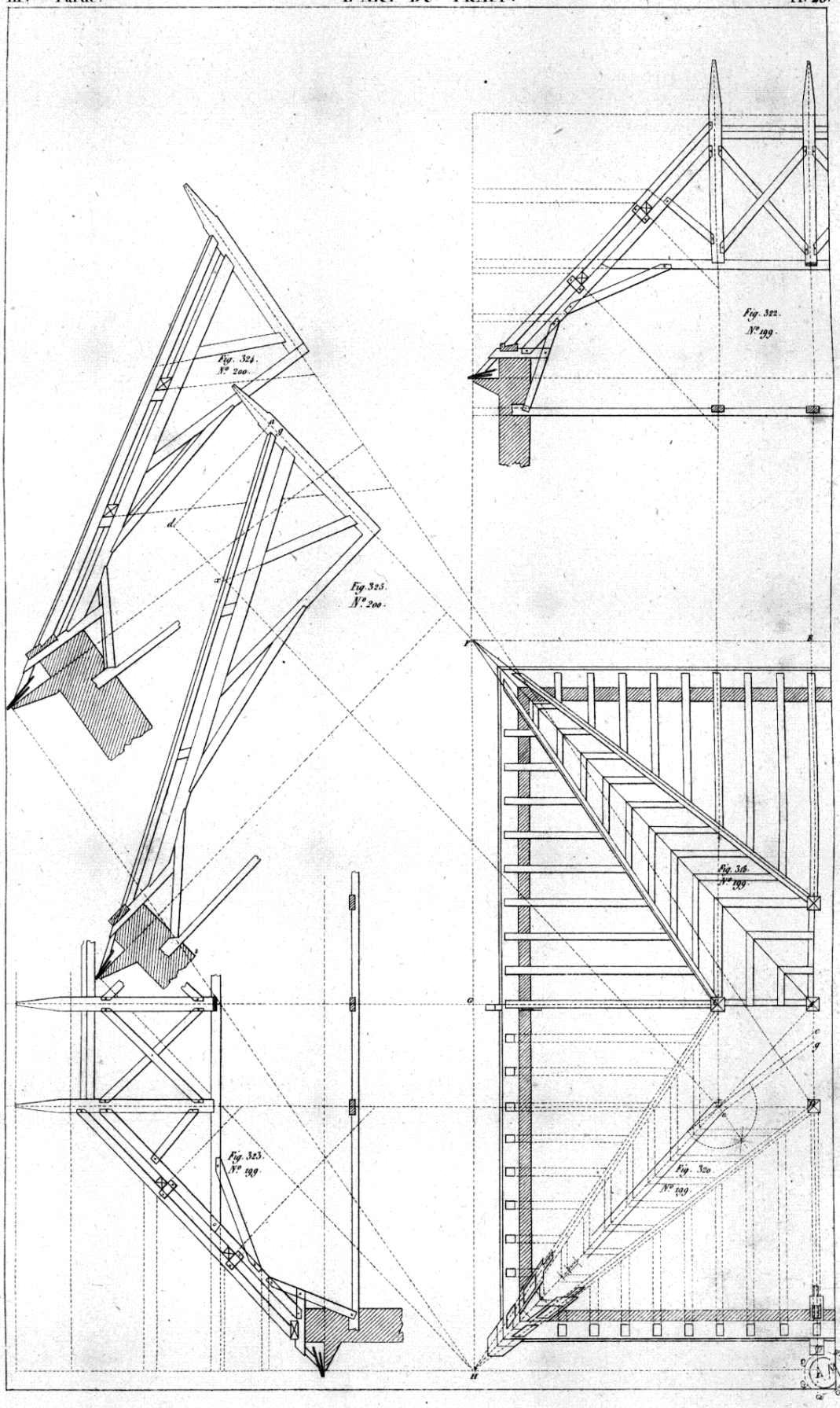
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



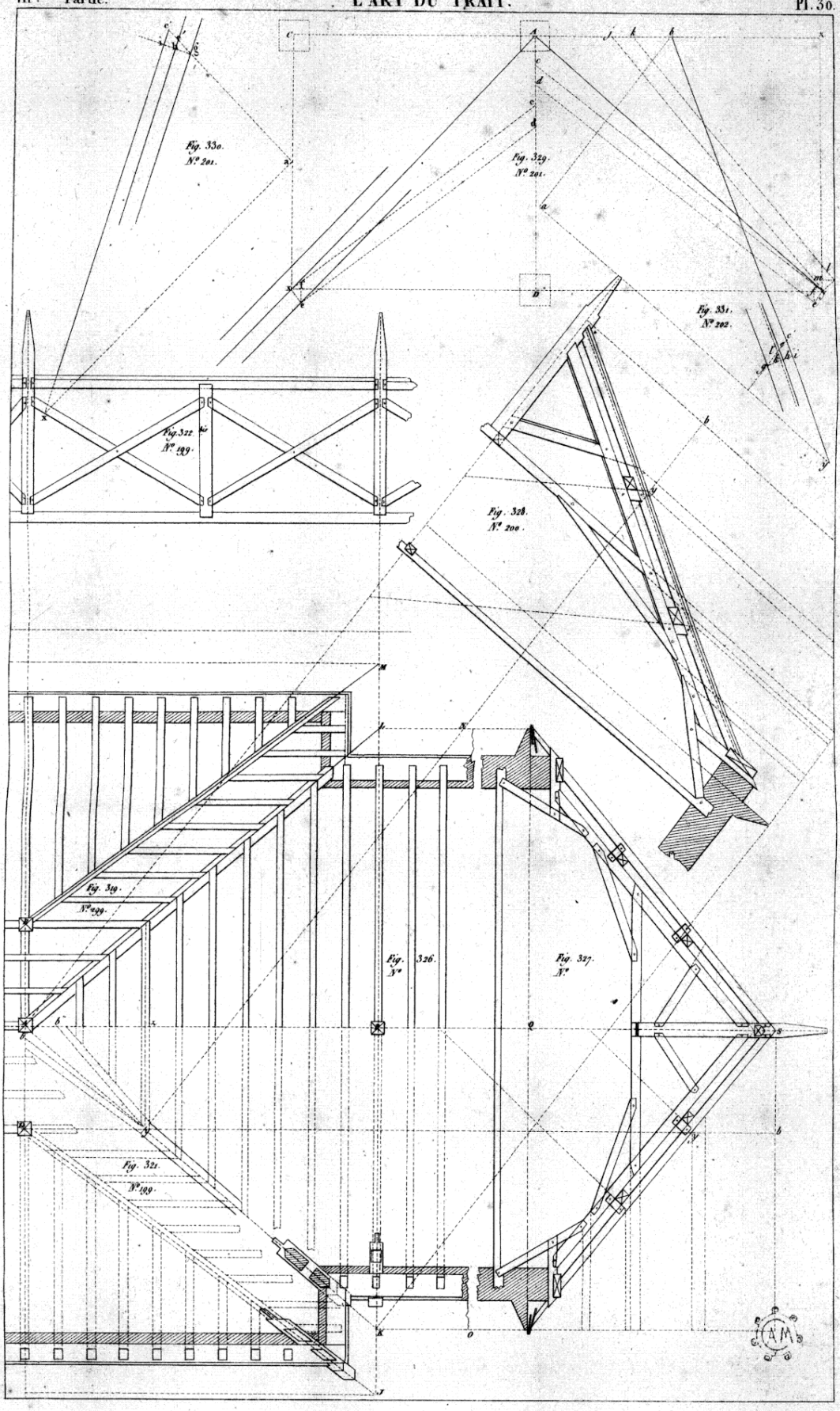
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires