

Titre : Instruments et appareils iconométriques et métrophotographiques des collections des arts et métiers, par le Colonel Laussedat

Auteur : Exposition universelle. 1893. Chicago

Mots-clés : Exposition internationale (1893 ; Chicago) ; Conservatoire national des arts et métiers (France) ; Photographie * Appareils et matériel ; Appareils et instruments scientifiques * Collectionneurs et collections

Description : [4]-32 p. ; 23 cm

Adresse : Paris : Imprimerie Nationale , 1893

Cote de l'exemplaire : CNAM 8° Xae 397

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?8XAE397>

INSTRUMENTS ET APPAREILS
ICONOMÉTRIQUES ET MÉTROPHOTOGRAPHIQUES.

SPÉCIMENS DES RÉSULTATS OBTENUS.

8° 591
8° Mai 5. 1893. 9°
EXPOSITION UNIVERSELLE DE CHICAGO EN 1893. 8° Mai 397

SECTION FRANÇAISE.

INSTRUMENTS ET APPAREILS
ICONOMÉTRIQUES ET MÉTROPHOTOGRAPHIQUES
DES COLLECTIONS
DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS,
PAR LE COLONEL LAUSSEDAAT,
DIRECTEUR DE CET ÉTABLISSEMENT,
ACCOMPAGNÉS DE SPECIMENS
DES
RÉSULTATS TOPOGRAPHIQUES ET ASTRONOMIQUES
OBTENUS DE 1850 A 1871.



PARIS.
IMPRIMERIE NATIONALE.

M DCCC XCIII.

ICONOMÉTRIE

ET

MÉTROPHOTOGRAPHIE.

CHAMBRE CLAIRE HÉMIPÉRISCOPIQUE,
TÉLÉMÉTROGRAPHE,
PHOTOTHÉODOLITE, HÉLIOPHOTOGRAPHIE HORIZONTAL,
DU COLONEL A. LAÜSSEDAT.

L'ICONOMÉTRIE est l'art de retrouver les dimensions réelles des objets sur les images où ces dimensions sont altérées par la perspective.

Le problème ainsi posé comporte trois solutions distinctes :

A. — Les objets sont assez rapprochés et de formes géométriques régulières. Tels sont les édifices, les machines et, en général, les constructions faites de main d'homme dont on veut avoir le plan géométral et des élévations ;

B. — Les objets sont situés à des distances très différentes et de formes irrégulières, comme les paysages et tout ce qu'ils peuvent renfermer, et il s'agit de construire le plan du terrain représenté, puis d'y figurer le relief de ce terrain, en se servant de la convention généralement adoptée des courbes de niveau équidistantes ;

C. — Enfin, les objets peuvent être situés à des dis-

tances telles que leurs images se trouvent extrêmement réduites et ont besoin d'être amplifiées avant que l'on ne songe à y opérer des mesures plus ou moins complètes.

MÉTHODES.

1^{er} CAS. — La méthode à employer dans le premier cas est très ancienne; elle ne diffère en rien de celle que l'on enseigne dans tous les traités et dans tous les cours de perspective. En effet, au lieu d'avoir à mettre en perspective un monument ou une machine, d'après le plan et les élévations dessinés par l'architecte ou le constructeur, il s'agit de déduire le plan et les élévations d'une ou de plusieurs vues du monument ou de la machine. En un mot, le problème à résoudre est l'inverse de celui de la perspective, et les constructions, les mêmes que dans celui-ci, s'effectuent seulement dans l'ordre inverse.

Jusque-là donc rien de nouveau; il suffit d'obtenir des *vues géométriquement exactes* sur un *tableau plan* dont la position ainsi que celle du point de vue soient parfaitement déterminées. C'est à quoi se prêtent également bien la *chambre claire* et la *chambre obscure*, à la seule condition d'être munies des organes nécessaires pour qu'on puisse les mettre en station à la manière des instruments de géodésie et de topographie.

Ce premier cas intéresse plus particulièrement les *architectes* et les *constructeurs*.

2^e CAS. — Le second cas, beaucoup plus général, intéresse à la fois les *topographes*, les *géographes*, les *hydrographes*, les *explorateurs*, les *géologues* et les *militaires*.

La méthode au moyen de laquelle, étant données deux

---••(3)••---

vues exactes d'un même site prises de deux points de vue différents dont la distance, réduite à l'horizon, est également connue ainsi que l'*orientation* de chacune des deux vues, est très simple à concevoir. En principe, elle ne diffère pas essentiellement de celle que l'on applique, depuis si longtemps, sur le terrain, sous le nom de *méthode des intersections*. Il suffira, pour s'en faire une idée très nette, de jeter les yeux sur la figure de la page 5.

Les points A, B et C sont des stations d'où ont été obtenues, dans des conditions géométriques rigoureuses, les vues d'un paysage ou d'un ensemble de constructions. (On a choisi, dans le cas actuel, l'un des côtés du fort de Vincennes, près de Paris.)

Les deux vues *a a* (reportée en *a' a'* pour éviter la confusion) et *b b*, prises des stations A et B, rabattues autour de la *ligne d'horizon* de chaque perspective, ont été orientées sur la feuille de papier, en avant de chacune de ces stations, d'après trois opérations entièrement identiques avec celles que l'on exécute habituellement sur le terrain, savoir :

1° La mesure de la distance A B des deux stations, rapportée sur le dessin à l'échelle que l'on adopte pour le plan;

2° et 3° La mesure des angles que forment avec la base deux rayons visuels partant l'un du point A et l'autre du point B et aboutissant au même point du paysage, par exemple, dans ce cas, à la pointe du paratonnerre que l'on voit au sommet du donjon situé vers le milieu de chacune des perspectives. Il est à peine besoin de dire que les lignes d'horizon *a a* et *b b* sont tracées sur le dessin, à la *distance du point de vue au tableau*.

Planimétrie. — Les choses étant ainsi disposées, en abaissant, de chacun des points remarquables que l'on découvre sur les deux vues, des perpendiculaires sur les lignes d'horizon *a a* et *b b*, et en joignant les pieds de ces perpendiculaires respectivement au point *A* et au point *B*, l'*intersection* des deux lignes ainsi tracées détermine sur le plan, et toujours à la même échelle, la *projection de chaque point considéré*. Le lecteur pourra aisément reconnaître sur la figure comment ont été trouvées, par exemple, la longueur de la façade de la grande caserne que l'on voit sur la droite des perspectives, les positions des petites guérites (échauguettes) situées aux angles de l'enceinte crénelée qui enveloppe le bas du donjon, etc.

On opérerait de la même manière en combinant la vue *c c* prise du point *C* avec l'une des deux autres, soit pour déterminer de nouveaux points, soit pour *vérifier* ceux qui résultent de la combinaison des deux premières.

Nivellement. — On sait que la ligne d'horizon d'une perspective, comme *a a*, *b b*, est la trace du plan horizontal qui passe par le point de vue sur le plan du tableau, c'est-à-dire que *tous les points du paysage situés sur cette ligne d'horizon sont au même niveau que le point de vue*.

Il est aisément de concevoir, en partant de là, que l'on peut calculer les différences de niveau de ce point de vue (ou de la station qui est un point du terrain situé au-dessous d'une quantité variant de 1 m. 20 à 1 m. 50, que l'on doit mesurer exactement) et de tous les points reconnaissables sur les perspectives.

Par exemple, en admettant que le plan soit construit à l'échelle de $\frac{1}{7000}$ (en réalité, il a été construit à l'échelle

---(5)---

de $\frac{1}{2000}$, mais il a été réduit pour faire tenir la figure

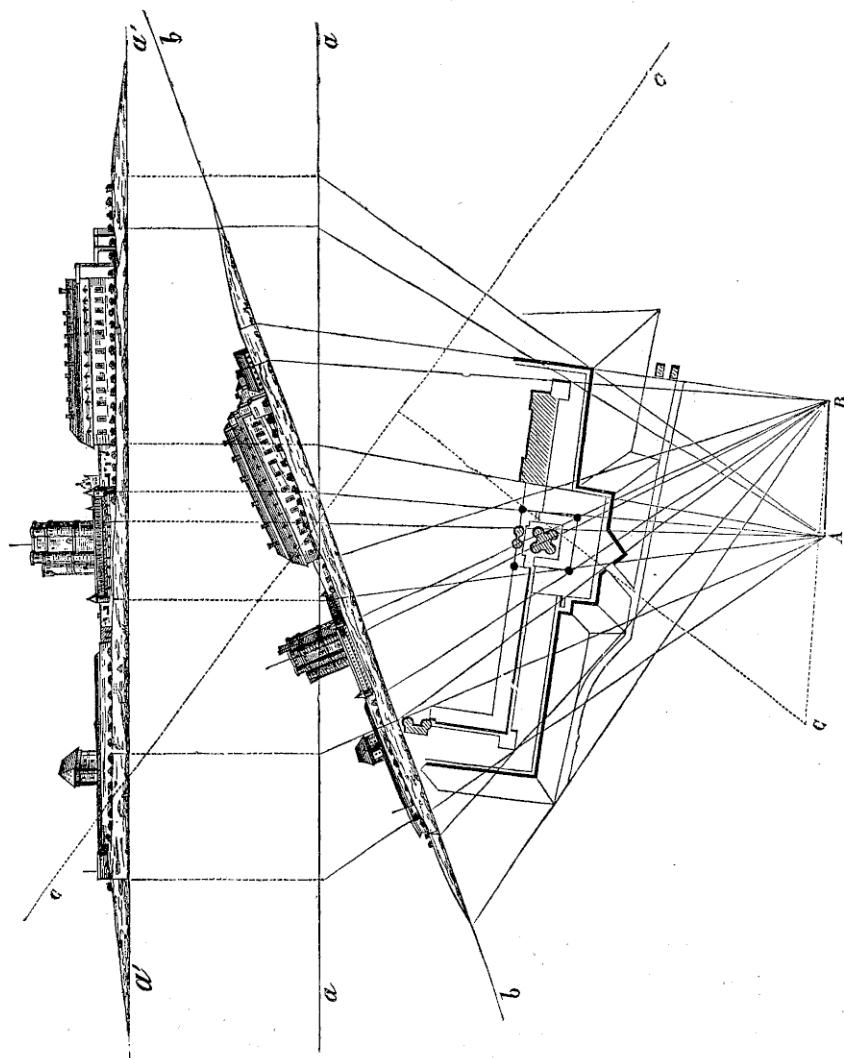


Fig. 1. — Plan du fort de Vincennes.

dans le texte), mesurons en millimètres : la hauteur apparente, 15 millimètres, du sommet de la tige du para-

tonnerre au-dessus de la ligne d'horizon; la distance du point A au pied de la perpendiculaire abaissée sur la ligne d'horizon, 67 millimètres; enfin la distance de ce même point au centre du donjon sur le plan, 37 millimètres; faisons la proportion $\frac{15}{67} = \frac{x}{37}$ d'où $x = 8$ millim. 28, qui, multipliés par le dénominateur de l'échelle, 7000, donnent pour la hauteur cherchée 57 m. 96.

La même opération, que l'on effectue rapidement avec la règle à calcul, permet de déterminer les différences de niveau de tous les points des perspectives rapportés sur le plan.

On ne doit pas oublier de tenir compte de la hauteur du point de vue au-dessus de la station considérée. Ainsi, dans le cas actuel, ce point de vue était situé à 1 m. 40 au-dessus du sol, et la différence de niveau était, par conséquent, de 57 m. 96 + 1 m. 40 = 59 m. 36.

Enfin, il est clair qu'en répétant la même opération sur une seconde perspective qui contient le même point, la différence de niveau des deux stations d'où ont été prises les deux perspectives étant connue, on a un moyen simple de vérification.

Sans qu'il soit nécessaire d'entrer ici dans d'autres détails, le lecteur pouvant se reporter aux traités de topographie, comme on a déjà supposé implicitement qu'il se reporterait, au besoin, aux traités de perspective, il est aisé de concevoir qu'en déterminant les *cotes de nivelllement* d'un aussi grand nombre de points que l'on jugera nécessaire d'en obtenir, on parviendra, *en se guidant sur les formes du terrain accusées par les perspectives*, à tracer les *courbes de niveau* avec une précision généralement très satisfaisante.

L'exemple précédent (fig. 1) se rapporte à des vues perspectives dessinées en 1850, au moyen de la chambre claire perfectionnée dont nous parlerons plus loin.

Le second exemple ci-après (fig. 2 et 3) a été pris parmi les essais de l'emploi des vues photographiées faites officiellement en 1861, par ordre du Ministre de la guerre, devant une commission composée des officiers de la division du génie de la garde impériale. Nous donnons l'une des vues prises de la station n°1 du village de Buc, près de Versailles et le *plan nivéié* de ce village, construit en deux jours, au moyen de huit vues analogues obtenues sur collodion humide, en deux ou trois heures et de quatre stations différentes.

INSTRUMENTS.

La méthode générale qui vient d'être exposée suppose que les perspectives dont on fait usage sont tracées, avec une rigueur géométrique, sur des tableaux plans verticaux et à une *distance du point de vue* parfaitement déterminée; enfin que la *ligne d'horizon* et le *point principal* se trouvent marqués sur chacune de ces perspectives.

Pourvu que ces conditions soient remplies, on reconnaît aisément que la méthode est aussi sûre qu'elle est simple et féconde, on pourrait dire suggestive, pour employer une expression moderne qui lui convient parfaitement. Ces conditions ont été réalisées depuis longtemps par l'auteur, d'abord en 1850, au moyen de la chambre claire de Wollaston perfectionnée, et ensuite, de 1852 à 1859, au moyen de la chambre obscure, munies, toutes les deux, d'organes géodésiques appropriés.

Chambre claire de Wollaston. — Cet instrument, dont le

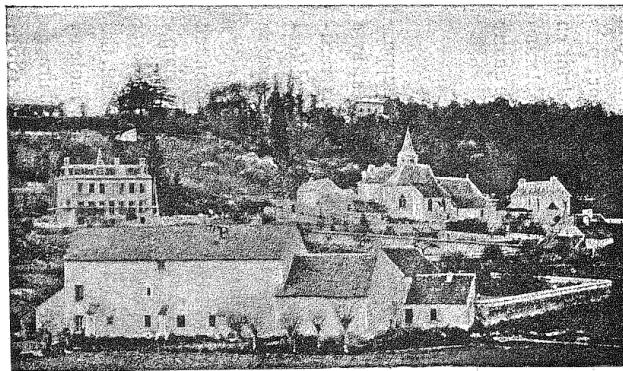


Fig. 2. — Vue prise de la station n° 1 du plan ci-dessous.

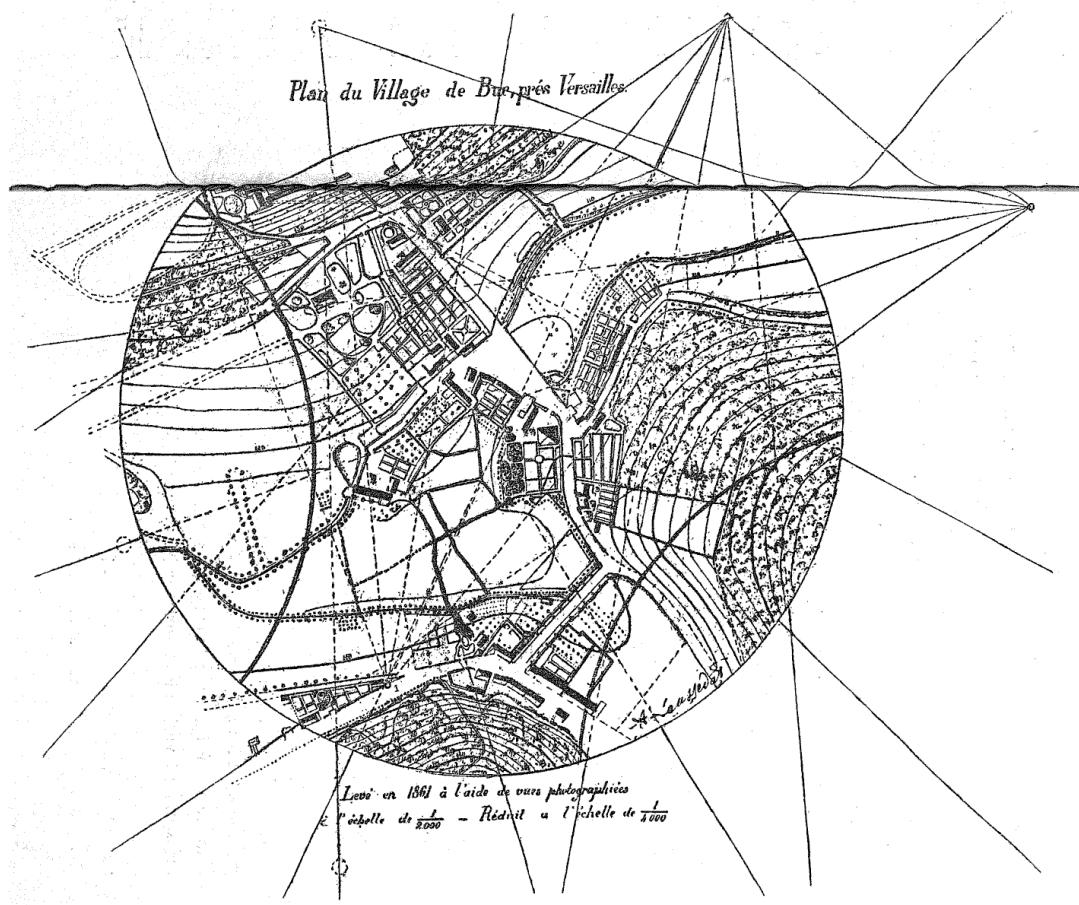


Fig. 3. — Plan d'un village levé en 1861 à l'aide de la photographie.

principe est dû au célèbre physicien anglais qui lui a donné son nom, permet de projeter sur une tablette horizontale les images qui se peindraient sur un tableau transparent (une glace par exemple) disposé verticalement en avant et à la même distance de l'œil ou, pour mieux dire, du point de vue que l'on peut concevoir matérialisé par un diaphragme. L'effet produit est celui que représente la figure 4.

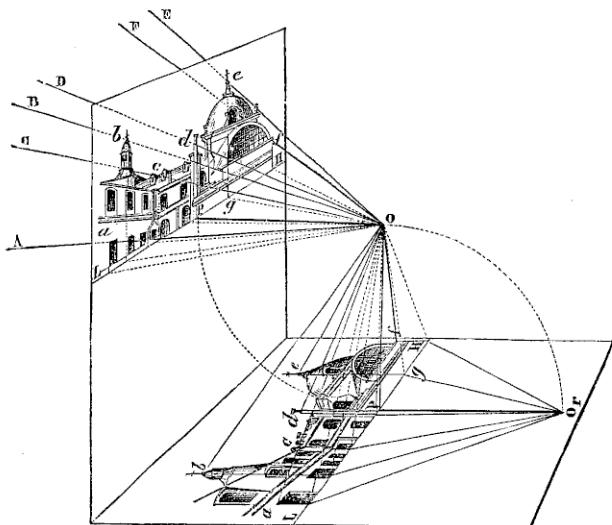


Fig. 4. — Perspective d'un édifice, dessinée à la chambre claire.
Principe général de l'iconométrie.

Il est obtenu au moyen d'un très petit prisme quadrangulaire dont les arêtes sont disposées horizontalement. La lumière venant des objets extérieurs pénètre par l'une des faces qui est verticale et sort par la face supérieure horizontale, après s'être réfléchie totalement et successivement sur les deux autres faces inclinées respectivement à 45 degrés sur la première et sur la dernière.

En approchant l'œil de l'arête ou du bord postérieur du prisme et en regardant de haut en bas sur une tablette, recouverte d'une feuille de papier, disposée au-dessous de ce prisme, à la distance de la vue distincte, on voit s'y peindre les images des objets extérieurs et, avec un peu d'habitude, l'on parvient à suivre les contours de ces images avec la pointe d'un crayon.

Il est aisé de concevoir que les deux réflexions successives sur les faces inclinées du prisme, qui agissent ainsi comme deux miroirs plans, donnent une image redressée comme celle que l'on voit sur la planchette horizontale de la figure 4. Seulement, cette image, étant virtuelle, comme toutes celles que donnent des miroirs plans, avait l'inconvénient de se déplacer sur la planchette quand l'œil se déplaçait le long de l'arête du prisme, ce qui rendait l'exécution du dessin très difficile et nécessairement incorrecte.

Wollaston avait bien indiqué plusieurs moyens de faire disparaître les effets de cette *parallaxe*, mais aucun d'eux ne suffisait pour donner aux images le caractère d'une perspective conique dont le centre fût parfaitement déterminé de position.

La CHAMBRE CLAIRE HÉMIPÉRISCOPIQUE de l'auteur jouit de cette propriété que le centre de la perspective est ramené exactement sur le bord de l'arête du prisme auprès duquel le dessinateur doit placer l'œil pour voir à la fois l'image projetée sur la planchette et la pointe de son crayon.

Le prisme de la chambre claire hémipériscopique ne diffère du premier qu'en ce que sa face horizontale (la face supérieure) est entaillée d'une demi-calotte sphérique de

rayon convenable, qui fait diverger, à leur sortie, les rayons lumineux sensiblement parallèles venant des objets éloignés, comme si ces objets ou plutôt leurs images étaient à la *distance de la vue distincte* (de 25 à 30 centimètres) où se trouvent la planchette et la pointe du crayon du dessinateur. En un mot, le nouveau prisme agit comme une lentille plan-concave et le sommet de la surface sphérique, qui est sur le bord même de l'arête, est à la fois un *centre optique* et le *point de vue de la perspective*, c'est-à-dire de l'image virtuelle projetée sur la planchette et que le dessinateur peut tracer aussi aisément et aussi sûrement que s'il s'agissait d'un calque à exécuter.

La figure 5 représente l'instrument fixé sur la planchette, qui est rendue horizontale au moyen d'un petit niveau à bulle d'air que l'on peut ensuite poser sur la face supérieure du prisme par deux échancrures pratiquées dans la monture, pour régler l'horizontalité des arêtes. Une vis de rappel *g* et deux articulations *d* et *d'* des tiges qui portent la monture du prisme servent à opérer ce réglage.

Les choses étant ainsi disposées, au moyen d'un fil à plomb *S* amené près de l'arête *a a* du prisme, on détermine immédiatement le *point principal P* de la perspective, par lequel passe la *ligne d'horizon L H* que l'on trace facilement par divers procédés, dont le plus simple consiste à dessiner l'image d'une ligne verticale naturelle (quand on est en présence d'édifices, par exemple) ou artificielle (un fil à plomb suspendu à quelques mètres en avant de l'instrument). La ligne horizontale est, en effet, perpendiculaire à cette image.

En se reportant à la figure 4, sur laquelle le point de

vue est représenté en O , on voit qu'il suffit de rabattre ce point en O , autour de la ligne d'horizon comme charnière

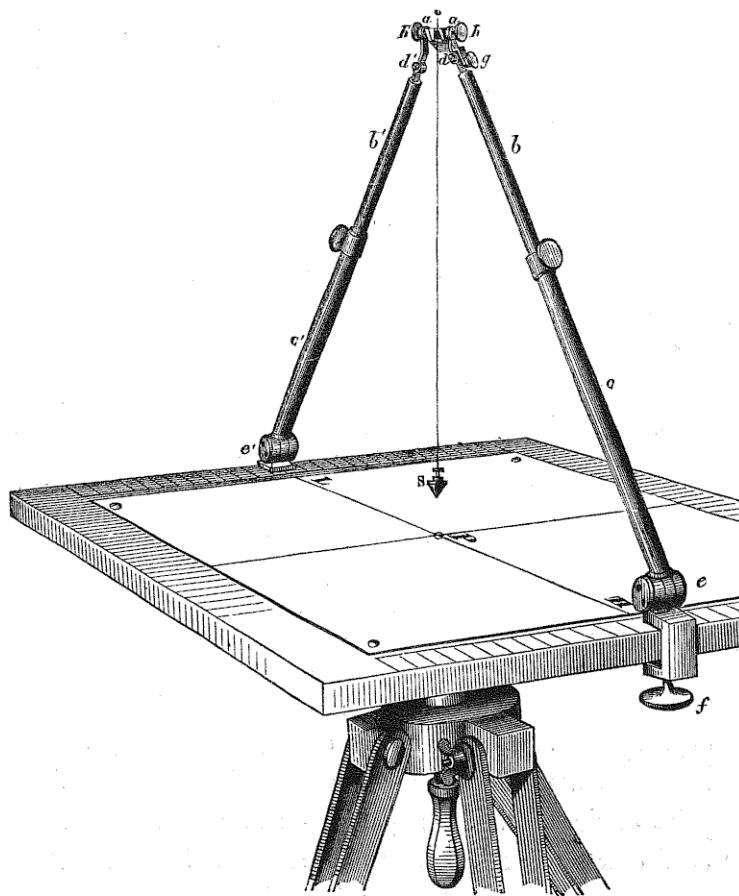


Fig. 5. — Chambre claire de Wollaston perfectionnée.

pour se retrouver dans les conditions supposées sur la figure 1.

Pour opérer le rabattement, on a seulement besoin

d'avoir mesuré la *distance du point de vue au tableau*, c'est-à-dire de l'arête du prisme au point P sur la planchette (fig. 5).

Nous croyons inutile d'insister sur la simplicité de toutes ces opérations et nous donnons seulement, ci-dessous (fig. 6), le redressement du dessin représenté

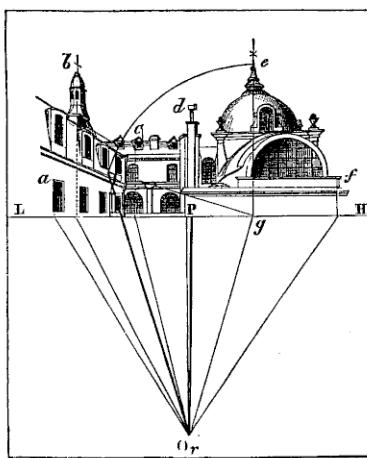


Fig. 6. — Redressement de la figure 4.

(fig. 4), en affirmant que les angles obtenus par cette méthode sur un dessin exécuté avec une distance O P du point de vue au tableau égale à 0 m. 30 sont au moins aussi exacts que s'ils avaient été relevés à la planchette et sûrement plus exacts que s'ils avaient été relevés à la boussole.

**PREMIÈRE SOLUTION DU 3^e CAS.
MESURES À GRANDES DISTANCES.**

TÉLÉMÉTROGRAPHE. — En associant à la chambre claire

une lunette terrestre d'un grossissement très modéré, l'auteur avait, dès 1850, dessiné des images amplifiées au moyen desquelles il évaluait, avec une approximation satisfaisante, des distances de plusieurs centaines de mètres. Il suffisait que la hauteur d'un *signal naturel* fût connue ou pût être estimée avec quelque certitude pour

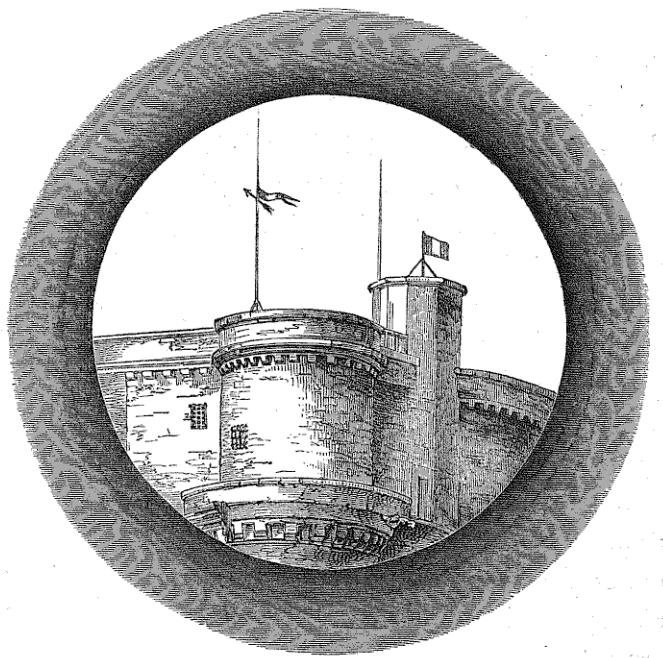


Fig. 7. — Sommet du donjon de Vincennes,
dessiné au télémétronraphe.

que l'on en déduisît, par une opération arithmétique des plus simples, la distance de ce signal à la station.

La figure 7 représente le sommet du donjon de Vincennes vu de la station B (fig. 1) dans le *champ d'une lunette* qui grossissait seulement quatre fois, dessiné en

1850, comme les vues de la figure 1 qui sont elles-mêmes réduites, il ne faut pas l'oublier, si l'on vient à comparer les grandeurs des mêmes objets, par exemple le diamètre de la tour, qui vient en avant, dans le champ de lunette, et sur la vue *b b* (fig. 1).

Voici un exemple des évaluations approximatives des distances :

Le grossissement de la lunette étant 4 et la distance du point de vue au tableau étant, dans ce cas, en réalité de 0 m. 25 (réduite sur la figure 1 à 71 millimètres), si l'on admet que le parapet du haut de la tour ait une hauteur de 1 m. 30, comme on trouve sa hauteur apparente mesurée sur la figure 7 égale à 4 millim. 5, en divisant cette quantité par 4 pour la ramener à ce qu'elle serait, sans le grossissement, on trouve 1 millim. 125 et l'on a la proportion 1 m. 30 : 1 millim. 125 :: x : 0 m. 25 (x étant la distance cherchée de la station à la tour du donjon), d'où $x = 289$ mètres. Sur le plan de la figure 1, on trouve que la distance cherchée est de 280 mètres.

Il est aisé de concevoir que le résultat approximatif auquel nous sommes arrivés est entaché de plusieurs causes d'erreurs dont la première et la plus importante résulte sans doute de l'hypothèse faite sur la hauteur du parapet.

L'évaluation de la hauteur apparente de ce parapet est elle-même imparfaite.

Enfin, le grossissement de la lunette n'avait peut-être pas été déterminé avec assez de soin. Quoi qu'il en soit, ce procédé n'est pas moins très recommandable et l'on en a eu la preuve pendant le siège de Paris par les Allemands, où il a été appliqué sur une très grande échelle

à la reconnaissance des travaux de l'ennemi. Seulement, comme il s'agissait d'évaluer des distances de plusieurs kilomètres, on s'est servi de lunettes terrestres dont les grossissements variaient de 33 à 65.

La figure 8 représente le télémétronographie en station

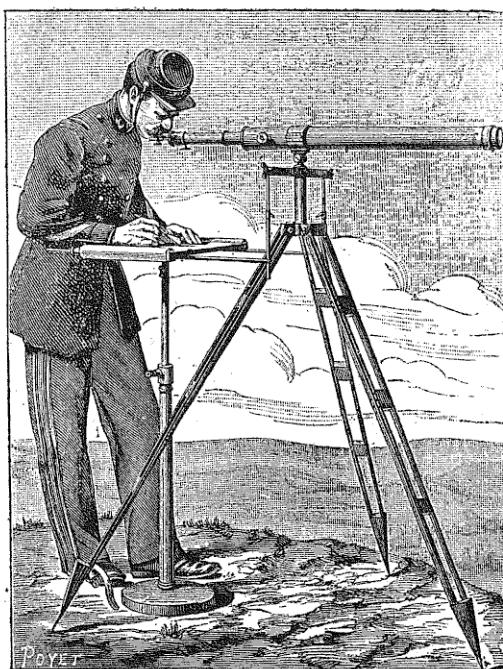


Fig. 8. — Emploi combiné de la chambre claire et de la lunette terrestre.

et l'observateur en train de dessiner le champ de lunette projeté sur la planchette par la chambre claire placée au-devant de l'oculaire.

L'instrument exposé peut, d'ailleurs, se passer d'une plus ample description. Le *champ de lunette* dessiné sur la

planchette est l'un de ceux que l'on a obtenus en dirigeant l'instrument du 4^e étage d'une maison de Passy sur la redoute de Montretout distante de 4,500 mètres. Il est aisément de voir, sur ce dessin, que des éléments comme la hauteur d'un mur de clôture, la taille d'un homme, celle de certains arbres, etc., se présentent sous des dimensions apparentes très sensibles qui permettent de faire des évaluations de distances avec assez de précision.

Le *panorama* du terrain que l'on découvrait du fort de Montrouge, peint à l'aquarelle, qui est exposé dans la vitrine, achèvera de bien faire comprendre l'intérêt de semblables documents. Ceux qui ont été réunis, en 1870-1871, de dix observatoires bien choisis, ont servi à relever très exactement, de jour en jour, les travaux d'attaque et à tenir le commandement au courant de leur état d'avancement et même des mouvements de l'ennemi.

Il ne faut pas perdre de vue que le champ apparent d'une lunette terrestre de fort grossissement correspond à un champ réel d'une faible amplitude et qu'il y a lieu, par conséquent, de multiplier beaucoup les champs successifs pour exécuter un panorama qui peut embrasser de 45 à 60 degrés et même davantage.

Dans les lunettes terrestres, on règle, en général, le diamètre du diaphragme de telle sorte que le champ apparent ne dépasse pas 25 degrés. Si donc, comme dans le cas de la lunette qui a servi à dessiner la vue de Montretout représentée sur la planchette, le grossissement est de 50, le champ réel n'est que de $\frac{1}{2}$ degré et, pour un panorama qui embrasserait 45 degrés, il faudrait 90 champs de lunette dont le développement atteindrait 10 mètres.

Nous n'avons jamais eu besoin d'aller jusque-là, mais plusieurs de nos panoramas avaient une amplitude de 30 degrés et un développement de 6 à 7 mètres.

On ne saurait trop recommander aux défenseurs d'une forteresse isolée ou d'une grande place fortifiée d'exécuter ou de faire exécuter le panorama ou les panoramas comprenant tout le *terrain dangereux*, dès qu'ils doivent s'attendre à être investis. Le mieux serait même de faire dessiner à l'avance ces panoramas, sauf à y apporter les modifications qui se produisent sur le terrain avec le temps.

On comprendra cette insistance de notre part, quand on saura que le télémétrographe nous a permis de faire des reconnaissances très complètes de travaux exécutés jusqu'à des distances de 10 à 12 kilomètres.

INTRODUCTION DE LA PHOTOGRAPHIE.

MÉTROPHOTOGRAPHIE.

Si les principes de l'icônométrie appliqués d'abord aux vues dessinées à mainlevée⁽¹⁾ ont pu recevoir tous leurs développements depuis l'emploi de la chambre claire, qui a permis d'obtenir des vues géométriques rigoureuses, à plus forte raison devait-on s'attendre à les voir produire leurs meilleurs résultats avec les vues photographiées, si complètes et si exactes aujourd'hui.

PHOTOTHÉODOLITE.

La *métrophotographie*, désignée aussi sous le nom de

⁽¹⁾ La première idée d'employer les vues de terrain à la construction des plans et des cartes est due au célèbre hydrographe français Beau-temps-Beaupré, qui l'a mise à exécution de 1791 à 1793.

photogrammétrie, n'est donc autre chose que l'*iconométrie* appliquée à des épreuves photographiques. Elle sert à résoudre les mêmes problèmes par les mêmes méthodes et avec les mêmes éléments, savoir :

Une ou plusieurs photographies, obtenues avec un appareil dont on a déterminé avec soin la distance focale, c'est-

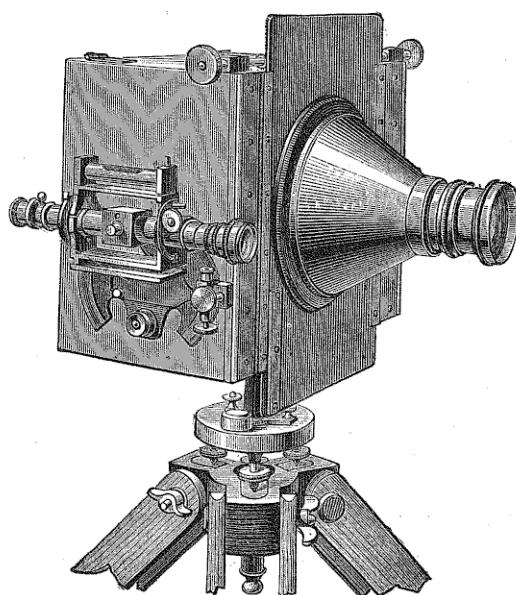


Fig. 9. — Photothéodolite complet.

à-dire la *distance du point de vue au tableau* et qui porte des organes géodésiques au moyen desquels on mesure les angles nécessaires pour l'*orientation des vues photographiées*, sur chacune desquelles ils servent en outre à déterminer la *ligne d'horizon* et le *point principal*.

Nous ne pourrions que répéter, pour les vues photo-

graphiées, ce que nous avons dit en parlant des vues dessinées à la chambre claire; nous nous bornerons donc à donner ici deux figures qui représentent le dernier modèle de *photothéodolite* complet, d'une part (fig. 9), et, de l'autre, la partie de cet instrument nécessaire pour exécuter la triangulation qui doit précéder les opérations photographiques (fig. 10).

Si l'on jette un coup d'œil sur le photothéodolite qui est exposé, l'on reconnaîtra que cet appareil présente

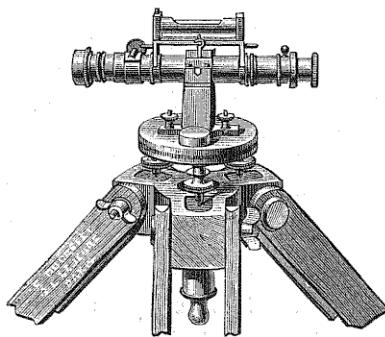


Fig. 10. — Appareil réduit pour opérer la triangulation.

toutes les garanties de stabilité et de rigidité désirables, en même temps qu'il est facile à transporter, à mettre en station et à régler.

Sur la face latérale opposée à celle où l'on voit (fig. 9) le système de la lunette, du niveau et de l'éclimètre, se trouvent un *viseur* qui sert à diriger rapidement l'axe optique de l'instrument sur un point déterminé et une *aiguille aimantée* dite *déclinatoire* qui peut servir, de temps

en temps, à retrouver le *méridien magnétique*, principalement lorsqu'on opère par cheminement.

Il ne saurait échapper à personne que les vues photographiées sont des documents irrécusables qui garantissent l'exactitude des résultats et qui peuvent servir, *en tout temps*, à les vérifier. Il convient de faire remarquer surtout combien ces vues renferment d'éléments que l'on néglige nécessairement dans les opérations topographiques exécutées par tous les autres procédés.

Enfin, il est clair que le nombre des mesures angulaires que l'on a à effectuer est réduit au minimum, puisque les épreuves photographiques contiennent toutes celles dont on peut avoir besoin. Il y a plus : on évite, comme nous l'avons déjà fait remarquer, de *lire* des angles que l'on peut *tracer* immédiatement, et il faut ajouter que ce tracé est infiniment plus simple et plus sûr quand on emploie des photographies que si l'on faisait usage de la planchette sur le terrain, où il serait matériellement impossible de multiplier autant les lignes de visée, sans s'exposer à une confusion inextricable.

A chaque station, soit que l'on ait fait une triangulation préalable, soit que l'on opère par cheminement, ce qui est le cas des relevés d'itinéraires, le nombre des lectures d'angles à faire sur le cercle horizontal de l'instrument est limité à cinq ou six au plus. Pour fixer les idées, nous donnons les deux modèles de tableaux suivants pour la tenue des registres d'observations :

Cas des stations faites sur des points triangulés.

NUMÉROS des STATIONS.	STATIONS VISÉES.	ANGLES LUS.	ANGLES RÉSULTANTS.	NUMÉROS et DIRECTION des épreuves.	ORIENTATION MAGNÉTIQUE.
41	{ 4 18 27	{ 97° 35' 138 52 185 28	{ 41° 17' 46 33	{ 1 183° 0' 2 128 0 3 173 0	251° 12'

Cas des stations faites par cheminement.

NUMÉROS des stations.	LONGUEUR des GÔTÉS.	STATIONS VISÉES.	ANGLES LUS.	ANGLES RÉSULTANTS.	NUMÉROS et DIRECTION des épreuves.	ORIENTATION MAGNÉTIQUE.
1	1-2 136 ^m ,50	2	204° 54'	83° 44' avec le méridien M.	Séries à inscrire à part sur un autre feuillet du registre.	121° 13'
2	2-3 163 60	{ 1 3	{ 178 38 12 27	{ 166° 11'		
3	3-4 137 40	{ 2 4	{ 105 18 275 33	{ 170 15		

Nous renvoyons enfin aux figures 2 et 3, qui représentent l'une le *premier levé photographique* exécuté en 1861 devant une commission officielle et l'autre un spécimen réduit des épreuves obtenues alors sur collodion humide.

Nous rappelons d'ailleurs, comme nous l'avons dit plus haut, que huit vues prises en deux ou trois heures, des quatre stations marquées sur le plan, avaient suffi pour

fournir les éléments de ce plan qui fut construit entièrement en trois jours.

Une autre expérience tout aussi concluante, quoique moins détaillée, avait été faite en 1859, sous les yeux de deux commissaires de l'Académie des sciences, MM. *Daussy* et *Laugier*. Elle avait consisté à déterminer, de deux stations élevées, l'une des tours de Saint-Sulpice et l'observatoire de l'École polytechnique, les positions des autres monuments de Paris visibles de ces deux stations, à l'échelle d'un plan apporté par les commissaires et sur lequel ils constatèrent l'exactitude des résultats obtenus à l'aide des photographies.

Le service du génie militaire a répété ces expériences, et un officier distingué, M. le capitaine depuis commandant *Javary*, a exécuté pendant huit ans, de 1863 à 1870, par cette méthode, un nombre considérable d'excellentes reconnaissances autour de Paris, dans les Alpes du Dauphiné et de la Savoie, autour de Toulon, dans les Vosges, en Alsace, et a contribué au perfectionnement des instruments.

Les Allemands, à dater de 1865, les Italiens, depuis 1878, plus récemment encore les Autrichiens et, enfin, de 1888 à 1892, les ingénieurs canadiens ont expérimenté, puis appliqué la méthode métrophotographique avec un succès croissant. Il est extrêmement probable que quelques-uns des principaux résultats obtenus figureront à Chicago. Aucun de ceux qu'on y pourra voir ne dépassera en intérêt, ni sous le rapport de la perfection dans l'exécution, les belles cartes publiées sous la direction de M. E. Deville, Surveyor général du Canada, par MM. W.-S. Drewry pour la triangulation et J.-J. Mac Arthur pour

la topographie déduite des photographies prises dans les Montagnes-Rocheuses, le long du chemin de fer Pacifique canadien. Nous avons applaudi, avec le plus grand plaisir, de Paris, à ces magnifiques résultats obtenus dans un pays qui a conservé tant d'affinités avec la France.

TÉLÉPHOTOGRAPHIE.

PHOTOHÉLIOPHOTOGRAPHIE HORIZONTAL.

La télémétragraphie, que nous avons inaugurée d'abord en employant des images dessinées à la chambre claire armée d'une lunette terrestre, est actuellement en possession de procédés photographiques puissants dus aux efforts de plusieurs savants officiers et de très habiles constructeurs. Elle a pris, dans ces derniers temps, le nom de *téléphotographie*.

Il ne doit pas moins nous être permis de rappeler que, dès 1860, à l'occasion de l'éclipse totale de soleil du 18 juillet que nous étions allés observer, M. Aimé Girard et moi, à Batna (Algérie), nous avons obtenu des images des différentes phases de cette éclipse, amplifiées à l'aide d'une lunette munie d'un oculaire spécial à travers lequel les pinceaux de rayons lumineux, après leur concentration au foyer de l'objectif, passaient avant de tomber sur la plaque sensible.

D'autres observateurs, entre autres M. Warren de la Rue et le P. Secchi, avaient opéré de même en Espagne avec des lunettes montées équatorialement, et leurs instruments, beaucoup plus puissants que le nôtre, leur avaient permis d'obtenir des résultats très intéressants au point

de vue des phénomènes physiques (protubérances et couronne).

Au point de vue purement géométrique, ceux auxquels nous sommes parvenus leur étaient de beaucoup supérieurs et méritent ici une mention spéciale.

Le *photohéliographe horizontal* a, en effet, sur les autres appareils qui ont été employés à cette époque et avant ou après, pour l'observation des taches solaires, des éclipses et des passages de Mercure ou de Vénus, un avantage considérable qui résulte de ce que la *position fixe* de la lunette réceptrice (dans laquelle les images du soleil sont projetées à l'aide d'un héliostat) peut être déterminée avec la dernière précision, quand on l'associe à un cercle méridien et à une horloge ou à un chronomètre parfaitement réglés, comme nous l'avons fait, le premier, en 1860.

La théorie de cet appareil, présentée en septembre 1860 à l'Académie des sciences de Paris, a été publiée, à plusieurs reprises, en 1872, dans les comptes rendus des actes de l'*Association française pour l'avancement des sciences*; en 1874, dans le *Recueil des mémoires, rapports et documents relatifs au passage de Vénus*, in-4°, Paris, Firmin-Didot, etc.

C'est cet appareil, imaginé plus tard et indépendamment d'ailleurs par M. Winlock, aux États-Unis, qui, entre les mains d'astronomes français et d'astronomes américains, a servi, en 1874 et en 1882, à l'observation des passages de Vénus pour la détermination de la parallaxe du soleil.

Il complète, d'une manière que nous croyons importante, la série des instruments imaginés successivement par l'auteur pour *mesurer*, sur les images photographiées

—♦— (27) —♦—

comme sur les images dessinées, *les éléments angulaires* de toute nature, depuis les plus simples, que l'on peut relever et transformer graphiquement, jusqu'aux plus délicats, qui comportent l'emploi de micromètres et qu'il y a lieu de soumettre aux calculs astronomiques.

INSTRUMENTS ET DESSINS EXPOSÉS.

INSTRUMENTS.

1. *Chambre claire hémipériscopique* montée sur une planchette portée elle-même par un pied à trois branches très léger.
2. *Télémétron* comprenant une lunette terrestre armée d'une chambre claire, une planchette portant un magasin de papier, un spécimen de champ de lunette, deux pieds et des tringles d'assemblage.
3. *Photohéliographe horizontal* comprenant un héliostat, une lunette astronomique horizontale fixe munie d'un niveau, un obturateur à guillotine, une chambre obscure, une tablette à vis calantes et un support en T.
4. *Photothéodolite* (dernier modèle), monté sur un pied à trois branches et muni d'organes géodésiques.

DESSINS ET PHOTOGRAPHIES.

1. Un cadre contenant une partie du plan de la forteresse du Mont-Valérien et les *deux vues dessinées à la chambre claire* qui ont servi à construire le plan. 1850.
2. *Une vue* de la cour du quartier de Panthemont, à Paris, dessinée à la chambre claire et permettant de voir comment on peut restituer *le plan et l'élévation d'une partie d'un édifice* au moyen d'une seule perspective. 1850.
3. Un *champ de lunette* dessiné à l'aide du *télémétron* et représentant un épisode du siège de Paris (aquarelle placée sur la planchette du télémétron). 1870.
4. Un cadre contenant le *panorama* du terrain que l'on dé-

couvrait du fort de Montrouge pendant le siège de Paris (aquarelle exécutée à l'aide du *télémétronographe*). 1870.

5. Un cadre contenant les épreuves photographiques de *l'éclipse totale de soleil* du 18 juillet 1860, obtenues à l'aide du *photohéliographe horizontal*.
6. *Plan du village de Buc*, près de Versailles, à l'échelle de $\frac{1}{2000}$, entièrement exécuté en deux jours avec *huit vues photographiées*, prises en deux heures, de quatre stations. Mai 1861.
7. *Carte topographique de Sainte-Marie-aux-Mines*, dessinée d'abord à l'échelle de $\frac{1}{5000}$ et réduite à l'échelle de $\frac{1}{20000}$, entièrement exécutée en deux mois et demi, avec *52 vues photographiées* rattachées à une triangulation, les opérations sur le terrain ayant duré en tout dix jours. 1867.
8. *Panorama des environs de Toulon* formé de *trois vues photographiées*.
9. Deux bandes latérales composées chacune de dix spécimens de *vues photographiées* prises avec le photothéodolite, à Sainte-Marie-aux-Mines et dans d'autres parties des Vosges.

Les documents 7, 8 et 9 ont été pris parmi ceux, en bien plus grand nombre, que M. le capitaine depuis commandant JAVARY a réunis de 1863 à 1871.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Mémoire sur l'emploi de la *chambre claire* dans les reconnaissances topographiques; *Mémorial de l'officier du génie*, n° 16, 1854.
2. Article sur le même sujet; *Magasin pittoresque*, t. XXIX,

p. 42, 1861. Au nombre des figures insérées dans cet article se trouve le *champ de lunette* du sommet du donjon de Vincennes, dessiné à l'aide du *télémétronographe* représenté dans cette brochure.

3. Analyse d'un mémoire sur l'emploi de la photographie dans le levé des plans, dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLIX, p. 732, 1859.
4. Rapport de MM. LAUGIER et DAUSSY sur ce mémoire; *C. R.*, t. L, p. 1127, 1860.
5. Mémoire sur l'emploi de la photographie dans le levé des plans publié *in extenso* dans le *Mémorial de l'officier du génie*, n° 17, 1864.
6. Exposé sommaire des résultats obtenus par la méthode photographique dans une reconnaissance faite à Grenoble, en août 1864, par M. le capitaine JAVARY; *C. R.*, t. LIX, p. 988, 1864.
7. Description du *photohéliographe horizontal* employé pour la première fois à l'observation de l'éclipse totale de soleil du 18 juillet 1860, faite à Batna (Algérie), par MM. A. LAUSSEDAUT et Aimé GIRARD; dans le mémoire de M. LAUSSEDAUT analysé dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LI, p. 270, 1860.
8. Rapport de MM. BBINET, DELAUNAY et FAYE sur le mémoire précédent de M. LAUSSEDAUT; *C. R.*, t. LI, p. 441, 1860.
9. Lettre à M. FAYE sur l'observation photographique des passages de Vénus; *C. R.*, t. LXX, p. 546, 1878.
10. Description de l'appareil proposé pour l'observation photographique des passages de Vénus. *C. R.*, t. LXXIV, p. 764, 1872; *Comptes rendus du congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences* tenu à Bordeaux en septembre 1872, p. 239; *Rapports et documents relatifs au passage de Vénus*, in-4°, Paris, Firmin-Didot, 1874.

11. Notice sur le photohéliographe horizontal désigné sous le nom de sidérostat; *Revue des cours scientifiques*, Paris, Germer-Baillière, mars 1868.
12. La lunette astronomique horizontale (premier nom proposé pour le photohéliographe); *Revue des cours scientifiques*, août 1874.
13. Sur les reconnaissances à grandes distances et sur un télémétrographie; *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1885.
14. Note sur la construction des plans, d'après les vues du terrain obtenues de stations aériennes; *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, novembre 1890.
15. L'économétrie et la métrophotographie, conférence faite au Conservatoire des arts et métiers le 28 février 1892; *Annales du Conservatoire national des arts et métiers*, 2^e série, t. IV, 1892.
16. Historique de l'application de la photographie au levé des plans, conférence faite au congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, le 17 septembre 1892; *Comptes rendus du congrès de Pau et Revue scientifique de 1892*.

L'auteur a publié en outre, dans les *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, dans *Paris-photographe*, dans *The International annual Anthony photographic Bulletin* et dans le *Bulletin de la Société française de photographie*, une édition revue de ses deux mémoires fondamentaux (non terminée), et plusieurs articles dont la plupart se rapportant à l'histoire de la *métrophotographie* et dans lesquels il s'est attaché à rectifier les erreurs d'écrivains mal renseignés et à rendre justice aux efforts faits à l'étranger, et notamment en Allemagne, en Italie, en Autriche et surtout au Canada pour développer le nouvel art et pour en démontrer la grande importance et l'incontestable utilité.