Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d’œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s’inscrit dans le cadre de la loi nº 78-753 du 17 juillet 1978 :

- **la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue (Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr)**
- **la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l’objet d’une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.**

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- **les reproductions de documents protégés par le droit d’auteur, uniquement consultables dans l’enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l’autorisation préalable du titulaire des droits.**

4- Pour obtenir la reproduction numérique d’un document du Cnum en haute définition, contacter cnum(at)cnam.fr

5- L’utilisateur s’engage à respecter les présentes conditions d’utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d’une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d’utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Clément, Nicolas
Auteur(s)	Clément, Nicolas (1779-1841)
Auteur(s) secondaire(s)	Vauquelin, Louis-Nicolas (1763-1829)
Titre	Cours de chimie suivis par J. M. Baudot au Conservatoire des arts et métiers et au Muséum d'histoire naturelle
Adresse	[s.n.] : [s.l.], 1824-1833
Nombre de volumes	4
Cote	CNAM-BIB Ms 145 à 148
Sujet(s)	Chimie industrielle
Notice complète	https://calames.abes.fr/pub/cnam.aspx#details?id=Calames-2020427104267761
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?MS145_148
LISTE DES VOLUMES	
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	Conservatoire des arts et métiers. Chimie industrielle. Professeur : M. Clément-Desormes. Journal des cours de 1825 à 1830
	Chimie appliquée aux arts. Journal du cours de 1825, au Conservatoire des arts et métiers
	Chimie appliquée aux arts. Journal du cours de 1825 à 1826
	Chimie appliquée aux arts et aux manufactures. Journal du cours de 1825 au Muséum d'histoire naturelle

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Clément, Nicolas (1779-1841)
Auteur(s) secondaire(s) volume	Vauquelin, Louis-Nicolas (1763-1829)
Titre	Cours de chimie suivis par J. M. Baudot au Conservatoire des arts et métiers et au Muséum d'histoire naturelle
Volume	Conservatoire des arts et métiers. Chimie industrielle. Professeur : M. Clément-Desormes. Journal du cours de 1825 à 1830 par J.M. Baudot qui en a fait hommage à la Bibliothèque en 8bre 1844
Adresse	[s.n.] : [s.l.], 1824-1825
Collation	1 vol. (268 f.) ; 21 cm
Nombre de vues	540
Cote	CNAM-BIB Ms 145
Sujet(s)	Chimie industrielle Extraction (chimie) Combustion
Thématique(s)	Histoire du Cnam

	Matériaux
Typologie	**Manuscrit**
Langue	**Français**
La langue de reconnaissance de l'OCR	**Francais**
Date de mise en ligne	**20/05/2021**
Date de génération du PDF	**18/11/2024**
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?MS145

Note de présentation de *Cours de chimie suivis par J. M. Baudot au Conservatoire des arts et métiers et au Muséum d'histoire naturelle*

La création d'un enseignement technique supérieur est institué au Conservatoire par l'ordonnance du 25 novembre 1819. « Enseignement public et gratuit pour l'application des sciences aux arts industriels », il est composé de trois cours : mécanique appliquée, économie industrielle, et chimie appliquée dispensés par Charles Dupin (1784-1873), Jean-Baptiste Say (1767-1832) et Nicolas Clément (1769-1841), dit Clément Desormes.

Ce dernier s'est associé à son futur beau-père Charles Bernard Desormes (1777-1862) au début du 19e siècle. Leurs travaux et publications portent principalement sur la synthèse chimique et la propagation de la chaleur dans les gaz.

Contrairement aux cours de Dupin et de Say, le cours de Clément n'a pas été publié ; hormis ce *Cours de chimie appliquée aux arts, ou Analyse du cours de chimie industrielle…* de 16 pages en 1829 « par un auditeur ». Cependant, la bibliothèque centrale du Conservatoire national des arts et métiers en conserve une autre trace grâce à trois volumes manuscrits. J. M. Baudot a en effet suivi les cours de Clément et en a rédigé avec soin des « bulletins » entre 1824 et 1831. Il fait don de ses cahiers au Conservatoire en octobre 1844. En janvier 1853, il fait don à la bibliothèque de ses notes du cours de Chimie appliquée aux arts et manufactures de Louis-Nicolas Vauquelin (1763-1829) au Muséum d'Histoire naturelle dont la numérisation est également disponible.

Le cours de Clément a lieu les lundi et jeudi. Il est le reflet de ses travaux scientifiques et donne une grande part à la chaleur. Le nombre de leçons sur la machine à vapeur double entre 1825 et 1827. Nous pouvons observer, par ailleurs, que le nombre de leçons augmente d'année en année : 45 en 1824-1825, 47 en 1825-1826, 48 en 1826-1827, 52 en 1827-1828. Les notes de Baudot sont plus complètes pour les premières années, évitant les redites sur les suivantes.

Nous ne trouvons aucun renseignement sur Baudot ; si ce n'est quelques indications dans ses lettres adressées à Clément et au Conservatoire, jointes à ses notes de cours. Celles-ci permettent d'avancer l'hypothèse qu'il serait né vers 1875-1880 (« presque barbon » en 1825). Nous pouvons également déduire que Baudot est issu de la petite bourgeoisie aisée, qu'il était peut-être un négociant retiré, ce qui lui aurait permis de consacrer beaucoup de temps au suivi de ces cours et à la rédaction de ses notes.

Auditeur assidu et enthousiaste des cours de Clément, il forme le projet de publier ses notes de cours qu'il soumet à Clément. La réponse de ce dernier est vive et le projet ne se verra donc pas le jour : « Il prétend avoir seul le droit de publier ses idées. Il se plaint même un peu amèrement de deux entreprises du même genre qui ont déjà eu lieu, et qu'il qualifie assez crûment de larcins et de plagiats (…) »

La bibliothèque conserve également un carnet de notes du cours de Clément en 1823 sur le gaz d'éclairage.

Florence Desnoyers
Direction des bibliothèques et de la documentation, Cnam

Bibliographie :

André Thépot, « Clément, Nicolas, dit Clément-Desormes (1778-1841) Professeur de Chimie industrielle (1819-1836) », in : Claudine Fontanon, André Grelon (dir.), *Les professeurs du Conservatoire national des arts et métiers : dictionnaire biographique, 1794-1955*, T. 1, pp. 337-339.

Jacques Payen, « Une source de la pensée de Sadi Carnot », in : *Archives internationales d'histoire des sciences*, n. 82-83, 1968.

MS145
8° Fa h0 (4)

Conservatoire
des Arts et Métiers

Chimie industrielle

Professeur : M. Clément Desormes.

Journal des Cours
de 1825 à 1830.

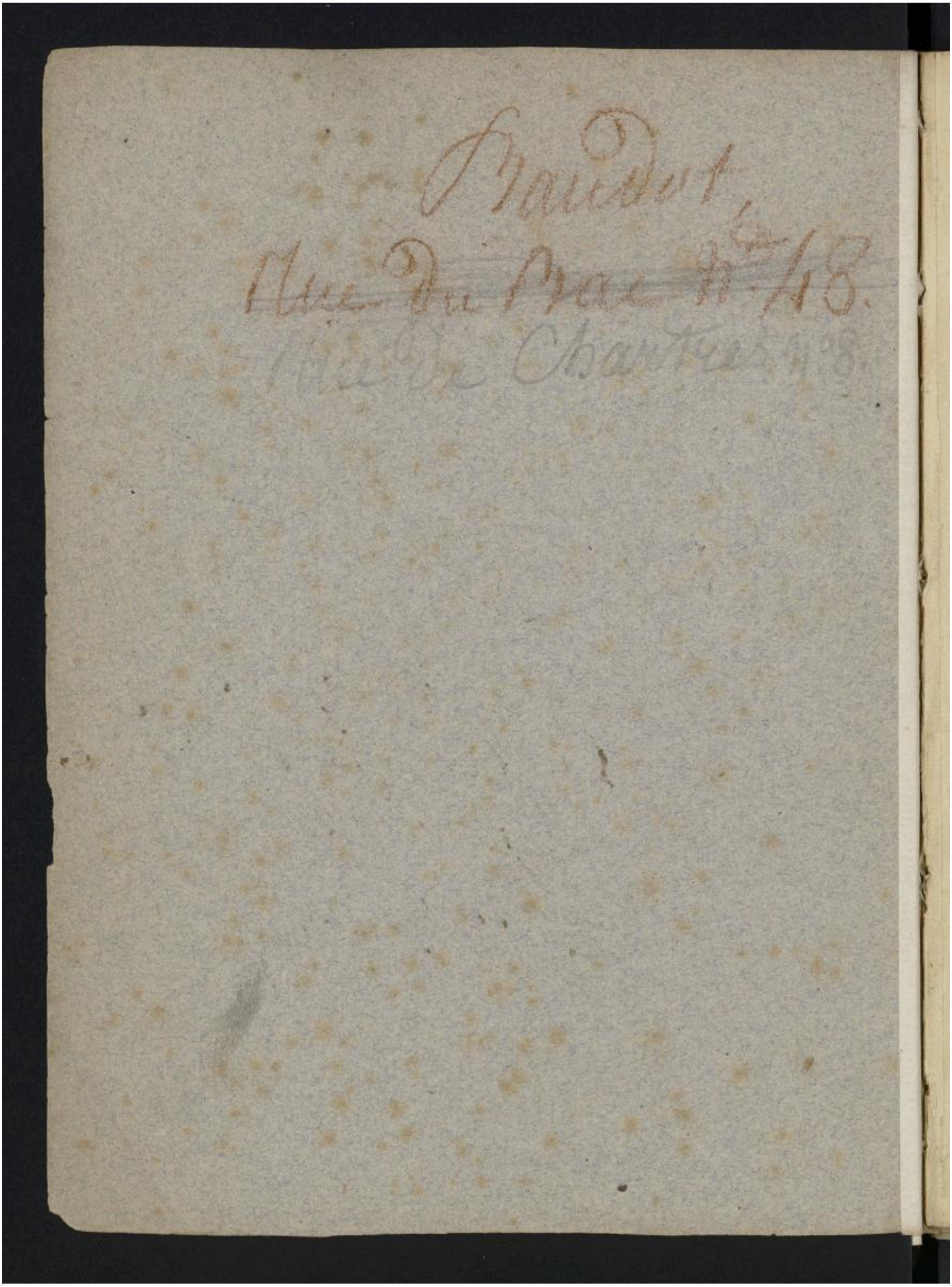
Avant-propos.
Table des matières.
Réflexions.

par J. N. Bandot.

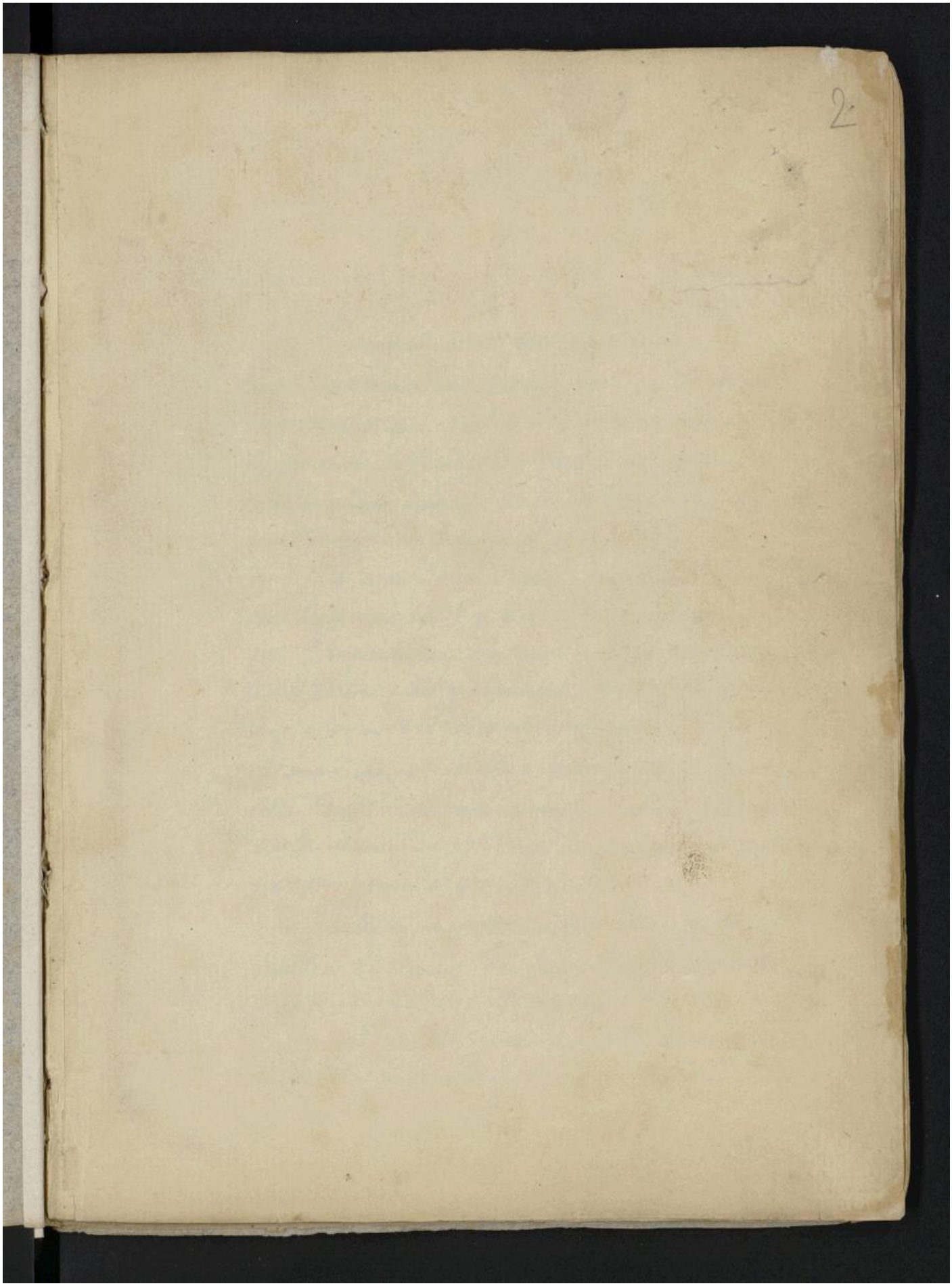
qui en a fait
Hommage à la Bibliothèque
en 8bre 1844.

CONSERVATOIRE ROYAL DES ARTS ET METIERS

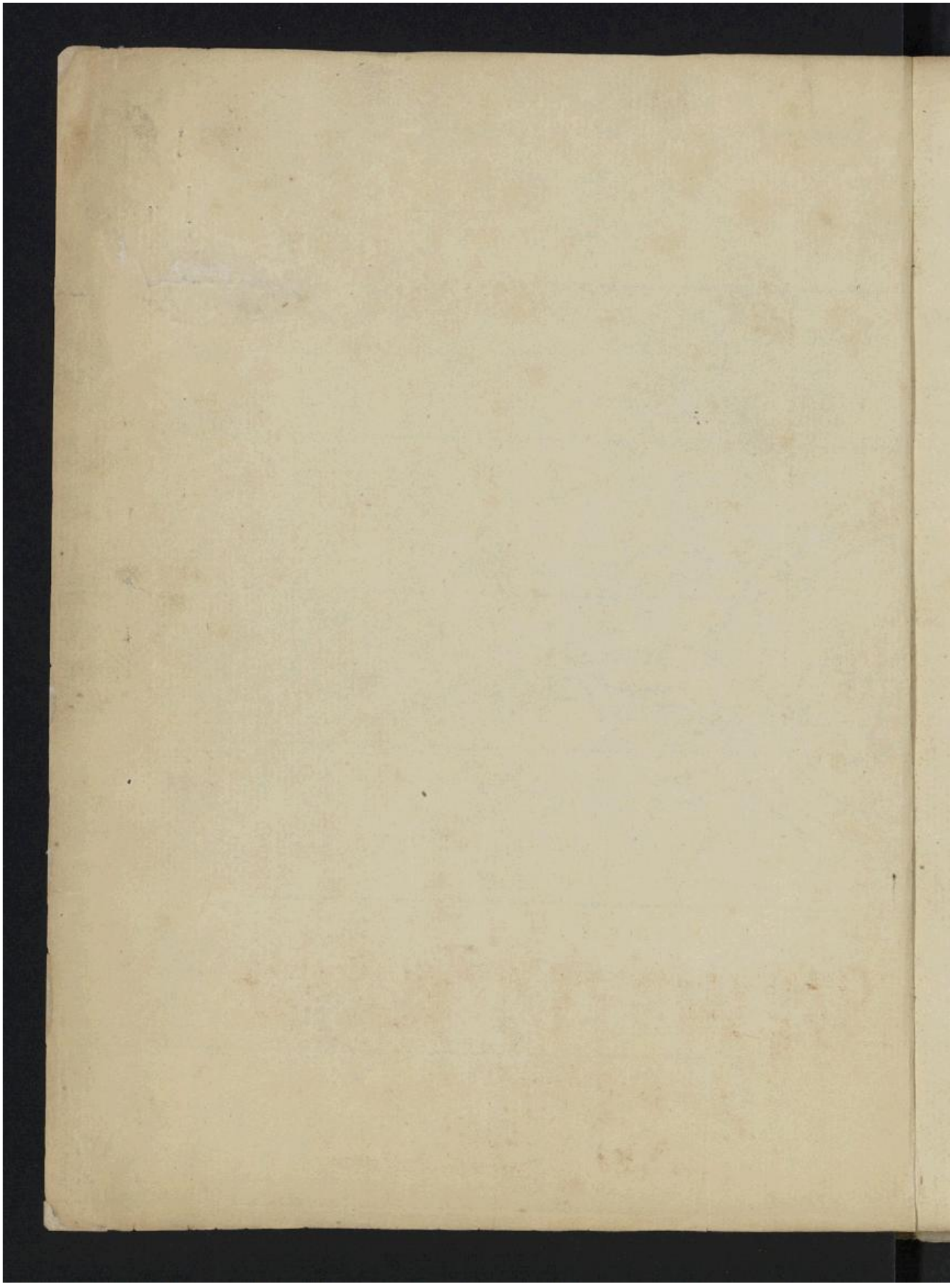
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avant-propos.

L'empressement avec lequel on suit le Cours de chimie industrielle, depuis qu'il est institué, empressement qui semble s'accroître chaque année, est une preuve suffisante de l'intérêt qu'il inspire et qu'il mérite à tous égards. Ce serait donc chose superflue que de vouloir en faire ici l'éloge.

L'avant-dernier cours, ouvert le 6 9bre 1824 et clos le 4 mai 1825, a été un des plus remarquables par l'importance des matières, et par l'attrait que le professeur sait y répandre; aussi un grand nombre de ses auditeurs désiraient-ils qu'il le fît imprimer. On lui a manifesté ce désir dans une lettre dont il a donné communication, au commencement de la séance du 17 février, en annonçant qu'il n'était pas en mesure d'y satisfaire.

Cette réponse fit naître la résolution de publier le recueil des bulletins de ce cours, avec d'autant plus de confiance que diverses personnes qui y ont assisté régulièrement, et auxquelles il en a été communiqué plusieurs, un fur et à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mesure de leur rédaction, les trouvèrent aussi exacts qu'il était possible, et en provoquèrent la publication. Mais le désir de rendre ce recueil plus complet encore fit ajourner l'exécution du projet jusqu'à la fin du Cours de l'année suivante, où, d'après l'annonce qu'en avait faite le Professeur, la plupart des mêmes matières devaient être traitées de nouveau.

Ce dernier cours a commencé le 28 9.bre 1825 et s'est terminé le 14 Avril 1826. Il n'a pas été moins intéressant que le précédent; car les questions les plus importantes de celui-ci y ont effectivement été exposées de recher, quelques-unes même avec beaucoup plus de développement. Quant à celles qu'on y a traitées pour la première fois, elles sont également très-dignes d'intérêt. Les bulletins en ont été tenus avec non moins d'exactitude que ceux du cours de 1825, et ont de même obtenu l'approbation des personnes auxquelles ils ont été communiqués. Mais pour éviter les redites, ainsi que pour donner aux sujets identiques un ensemble indispensable, on a ajouté aux bulletins du premier cours tout ce qui pouvait s'y rattacher du deuxième, en mentionnant avec soin ceux de l'un et de l'autre qui se correspondent. Toutefois, ce ne sont pas les propres expressions du Professeur qu'il faut y chercher, car ils n'ont pas été

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sténographiés ; mais on y retrouvera ses idées.
L'auteur de ces bulletins croit pouvoir s'affirmer,
autant d'après sa conviction que d'après le
témoignage ~~de ceux~~ des personnes qui les ont lus. Ainsi, sauf
quelques réminiscences, la forme seule lui appartient,
et non le fond qu'il s'est efforcé pourtant de
conserver dans toute son intégrité.

Au reste, c'est bien moins pour s'en
faire un mérite qu'il fait cette déclaration, que
pour rendre hommage à la vérité, et pour qu'on
n'attribue pas au Professeur les inexactitudes
qu'on pourrait y apercevoir. Il ose néanmoins
se flatter qu'elles ne seront pas nombreuses, vu
l'extrême attention qu'il apportait à chaque leçon,
et ensuite à la rédaction des bulletins dont il
s'occupait le lendemain même, afin de n'en pas
perdre le souvenir, aidé des notes qu'il avait
prises. C'est donc en quelque sorte un Journal
de ces cours, ou plutôt des espèces de procès-verbaux
des séances, car il s'est attaché constamment à
rapporter avec une fidélité scrupuleuse tout ce
qui lui a paru être de nature à intéresser, comme
on le verra en lisant ce recueil. L'habitude
qu'il a contractée depuis longtemps dans ce genre
de travail à plusieurs autres cours, lui permet
d'espérer qu'on reconnaîtra qu'il s'en est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

acquitté d'une manière satisfesante. Il espère aussi que les notes assez nombreuses qu'il a cru devoir y ajouter ne paraîtront pas déplacées.

On n'y trouvera surement pas des fleurs de rhétorique; les sciences et les arts semblent les exclure. Ils veulent du positif; on y préfère, non sans raison, l'utile à l'agréable. L'auteur aurait néanmoins désiré pouvoir réunir ces deux élémens de succès; mais il n'a recherché que le premier. Suffit-il l'avoir obtenu!

Ceci n'est pas non plus un manuel complet; le cours même ne le serait pas, car, ainsi que le professeur en a fait plusieurs fois la remarque, notamment dans sa péroraison, aux séances de clôture, il n'a pu donner que des notions théoriques, quelquefois même très-succinctes. Parmi les sujets traités, il y en a beaucoup dont chacun pourrait être l'objet d'un cours spécial, et qui ont donné lieu à un grand nombre de mémoires volumineux. En outre, il faut nécessairement exercer pour acquérir l'aptitude convenable.# Mais ces notions ne doivent-elles servir qu'à faire naître des idées nouvelles, à disposer les esprits à l'intelligence des cours subséquens, à leur inspirer le désir d'en apprendre davantage en consultant les traités spéciaux de telle ou telle matière, elles seraient toujours d'une grande utilité. Il y en a

La théorie est bien peu de chose sans la pratique, cependant on pourrait en dire presqu'autant de la pratique sans la théorie. En un mot l'une est l'œil, l'autre est le bras; et on n'approche de la perfection en tout genre que par leur secours mutuel. C'est leur réunion qui assure les grands succès, car les théories, qui sont toujours le résultat de la contemplation des procédés et qui doivent en être la représentation fidèle, tendent sans cesse à leur imprimer une direction de plus en plus avantageuse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'ailleurs quelques-unes qui sont presqu'entièrement neuves pour l'industrie française; telles sont, entr'autres, celles relatives à la théorie de la chaleur et surtout aux divers usages de la vapeur comme moyen de chauffage, et au parti si avantageux qu'on peut tirer de l'emploi de sa puissance mécanique. On y remarquera encore celles qui traitent des divers modes d'éclairage, des métaux et principalement du fer fondu ou forgé, du raffinage du sucre &c. &c. Les idées fécondes en résultats importans y sont en grand nombre. Il n'y a pas de manufacturier qui ne puisse en trouver quelques-unes d'une application au moins secondaire, sinon immédiate. Même sans être livré exclusivement aux professions manufacturières, tout citoyen un peu zélé pour les progrès de l'industrie nationale y découvrira peut-être quelques vues dont l'exécution contribuerait à accélérer ces progrès. Enfin, si l'auteur ne s'est pas abusé, et s'il a rempli son but, ce n'est pas une seule classe d'individus que cet ouvrage doit intéresser, c'est la masse entière de la Société; il sera d'une utilité générale et de tous les temps.

On pourra y remarquer aussi des questions qui paraîtront peut-être un peu abstraites, surtout en considérant que ce cours a été institué plus particulièrement en faveur des classes industrielles à qui l'étude des sciences semble ne devoir pas être familière. Mais il ne faut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pourtant pas croire qu'on soit dispensé de toute application pour comprendre parfaitement ce qu'on y enseigne; le Professeur, au contraire, recommande fréquemment à ses auditeurs de bien le méditer. La manière abrégée dont il trace ses formules sur le tableau en prouve assez la nécessité, car il faut être déjà quelque peu exercé pour les comprendre. Il a même dit, dès la première séance, que pour suivre son cours avec fruit, il fallait connaître aussi un peu de nomenclature chimique. Ainsi, ceux qui viendraient y assister, tout-à-fait dépourvus de connaissances, y perdraient leur temps, ou du moins auraient bientôt oublié ce qu'ils y apprendraient; même pour ceux qui savent déjà quelque chose, les notions qu'on acquiert par l'instruction orale sont bien fugitives, à moins qu'on n'ait un moyen de les fixer. Ce moyen se trouve dans le présent Journal qu'il ne faut, toutefois, regarder que comme un résumé, une analyse, mais qui peut servir de préparation à l'intelligence du traité complet que M.r Clément se proposerait de publier plus tard, et qui paraîtrait devoir être très-volumineux.

Budos

Appendice.

Je croirais manquer à un devoir si je ne témoignais ici à ce savant Professeur, par un hommage public, tout le plaisir que ses intéressantes leçons m'ont fait éprouver. Je ne crains même pas de me rendre en ceci l'organe de ses nombreux auditeurs; ayant eu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des relations avec plusieurs d'entre eux, je les ai vus tous animés des mêmes sentimens que moi. Il n'en est aucun qui ne se rappelle avec une sorte d'admiration le zèle infatigable qu'il apportait dans l'exercice de ces importantes fonctions. En effet, outre qu'il employait à chaque leçon bien plus que le tems qu'on y consacre ordinairement dans les cours publics, il était toujours à l'amphithéatre longtemps avant l'heure fixée, afin d'avoir le loisir de tracer sur le tableau un grand nombre de formules très-instructives, résumé de longues recherches, de calculs minutieux et pénibles auxquels il avait dû se livrer dans son cabinet. Toutes ces formules sont transcrites littéralement en tête de chaque bulletin. Enfin on peut dire qu'il s'est montré véritablement passionné pour l'instruction de son auditoire, et nous ne saurions lui en manifester trop de reconnaissance.

Quelques-uns, néanmoins, tout en lui rendant justice sous les autres rapports, entendent avec peine, par un orgueil national bien peu fondé à mon avis, les éloges fréquens qu'il fait de l'industrie anglaise. Il paraît même qu'on lui en a fait autrefois l'observation, car je me rappelle qu'assistant par hazard à une de ses leçons il y a cinq ans, il crut devoir se justifier de l'imputation d'Anglomanie. Il dit qu'au retour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un de ses voyages en Angleterre, on s'avait engagé à passer sous silence ce qu'il savait de la supériorité de nos voisins, qu'on appelle à tort nos rivaux. Tout homme de bon sens doit écarter ce préjugé; en fait de sciences et arts, il n'y a que des émules. D'ailleurs, il faut être juste avant tout. Il n'a pas cru devoir parler à des hommes comme à des enfans; en nous faisant connaître ce en quoi les Anglais nous sont supérieurs, il n'a pas eu d'autre but que d'exciter notre émulation, de nous mettre en état de les imiter, et de les surpasser même à notre tour, comme cela a déjà eu lieu dans diverses branches d'industrie. Au surplus, l'augmentation des produits industriels, quelle qu'en soit l'origine, accroît les moyens de jouissance, et en les mettant à la portée du plus grand nombre tend à l'accroissement de la prospérité générale.

Nous flatter à cet égard, ce serait vouloir perpétuer une illusion funeste qui nous entretiendrait dans la médiocrité. Se montrer un patriotisme plus vrai et mieux raisonné en cherchant à la détruire et en nous facilitant les moyens de sortir de cette médiocrité.

Après avoir signalé, dans l'avant-propos, les objets principaux qui ont été traités dans les deux cours, je crois utile de rappeler aussi les conseils pleins de sagesse que le professeur n'a cessé de nous donner sur les moyens de se livrer avec succès

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'exercice des professions industrielles. Combien de fois il a insisté sur la nécessité de calculer préalablement toutes les chances d'une opération, d'en déterminer par des chiffres les résultats probables ! Que n'a-t-il pas dit encore sur les avantages de l'esprit d'association, sur ceux de l'emploi des machines, et surtout de celles à vapeur ! Mais je crains bien que ses judicieuses exhortations ne soient suivies de longtemps. Que d'obstacles à vaincre pour y parvenir ! les préjugés, l'esprit de routine, quelques intérêts particuliers lésés ; voilà de bien puissants adversaires. Toutefois, que les amis du bien public ne se découragent pas ; avec de la persévérance, ils finiront par en triompher.

Les détracteurs de toute innovation puisent une de leurs objections les plus spécieuses contre l'emploi des machines dans des considérations qui en imposent aux esprits superficiels, parce qu'elles ont un faux air de philantropie. Sans tenir compte du bien général qui en résulte, ils s'apitoyent sur le sort de ceux qui exploitent les branches d'industrie auxquelles ces machines doivent être appliquées. Que de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gens, disent-ils, sans moyens d'existence ! ce qui est tout-à-fait exagéré, car l'usage des machines permettant de fabriquer à bien meilleur marché, la consommation augmente, les travaux se multiplient avec les débouchés, et il faut toujours à peu près le même nombre de bras ; mais on les emploie d'une autre manière ; ce n'est qu'un déplacement d'industrie. D'ailleurs, d'après le même raisonnement, il aurait fallu proscrire tout ce dont nous nous servons, et nous en tenir au seul usage de nos mains, car tout le reste est machine. Le premier qui substitua, par exemple, la charrue à la pioche qui est elle-même une machine, aurait donc dû être regardé comme un innovateur dangereux, puisqu'il faisait, avec sa charrue, autant d'ouvrage que vingt autres avec leur pioche. Voilà les 19/20 de la population sans travail, aurait-on pu dire. Les mêmes clameurs ne s'élevèrent-elles pas, lors de l'invention de l'Imprimerie, en faveur de la classe nombreuse des Scribes qui étaient seuls en possession de reproduire, par la transcription, les ouvrages connus alors ? Fallait-il, pour cela, renoncer à cette admirable découverte qui multiplie d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière si prodigieuse tous les moyens de publicité ? Cependant une seule presse réduisait plus de cent personnes à l'inaction. Où en serions-nous, hélas ! si on avait comprimé l'industrie toutes les fois qu'elle a voulu prendre l'essor ?

Quant à l'emploi des machines à vapeur, du gaz pour l'éclairage &c., on objecte encore les dangers qui peuvent résulter d'une explosion. Il serait aisé de démontrer que ces dangers sont plus ~~élaborés~~ imaginaires que réels, puisqu'on peut s'en garantir au moyen des précautions les plus simples. Mais, ces objections fussent-elles fondées, faut-il donc renoncer à l'usage d'une chose, à cause de quelques inconvéniens qui y sont attachés ? En ce cas, il faudrait encore tout proscrire, car tout peut devenir instrument de dommage. De combien de dangers en effet n'est pas accompagné l'usage du feu, de l'eau, des instrumens tranchans, contondans, et d'une infinité de choses indispensables à la vie ! Dangers dont il n'est pas toujours aussi facile de se préserver que de ceux qu'on prétend être inhérens à l'emploi des machines à vapeur.

Au reste, cette résistance à l'adoption

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des innovations utiles n'est pas chose nouvelle parmi nous, trop malheureusement. Qu'il me soit permis de rapporter ici ce que pensaient à cet égard de célèbres écrivains bien propres à faire autorité en semblable matière.

Dans une de ces lettres où Voltaire raille si agréablement ses concitoyens de leur présomption, il leur dit :

« Dès qu'une découverte utile illustre une « autre nation, vous la combattez et même très- « longtemps. Newton fait voir aux Hommes « étonnés les sept rayons primitifs et inaltérables « de la lumière ; vous riez de l'expérience pendant « plusieurs années au lieu de la faire. Il vous « démontre la gravitation, et vous lui opposez « pendant quarante ans le roman impertinent « des Tourbillons de Descartes. Vous ne vous « rendez enfin que quand l'Europe entière rit « de votre obstination.

« La méthode de l'inoculation sauve ailleurs la « vie à des milliers d'hommes ; vous employez plus « de quarante années à tâcher de décrier cet usage « salutaire. (a) - - - - Si vous avez eu

---

(a) N'en dit-il pas de même encore aujourd'hui pour la vaccine ?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« mouvement de repentir, il passe bien vite. Le
« préjugé et la légereté reprennent chez vous leur
« empire ordinaire. » (Mélanges de littérature, Ec. 1.r)

Par bien il dit encore :

« Nous autres français, il faut l'avouer,
« nous sommes venus bien tard en tout genre ; nos
« premiers pas dans les arts ont été de nous
« opposer à l'introduction des vérités qui nous
« venaient d'ailleurs. Nous avons soutenu
« des thèses contre la circulation du sang
« démontrée en Angleterre, contre le mouvement
« de la terre prouvé en Allemagne. On a
« condamné aux galères ceux qui disputaient
« contre les catégories d'Aristote. On a proscrit,
« par arrêt, jusqu'à des remèdes salutaires.
« Annoncer des vérités, proposer quelque chose
« d'utile, c'est une requête sûre pour être
« persécuté. » (Idem, Tome 2.)

Voici des réflexions du même genre d'un moraliste de nos jours qu'on appelle à juste titre le Voltairien :

« Les français sont toujours les derniers,
« sinon à accueillir, du moins à adopter les
« découvertes utiles. Toute innovation portant un
« caractère bien marqué d'utilité publique, a
« toujours été, dans ce pays, l'objet des plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« longues et des plus ridicules contradictions. En
« revanche, il est vrai, toutes les futilités bizarres,
« toutes les suppositions extravagantes, toutes les
« prétentions absurdes, pourvu qu'elles ayent une
« origine étrangère, sont sûres de trouver chez nous
« faveur, protection enthousiasme. »
(Hermite de la Chaussée d'Antin N.° 89.)

« Entr'autres contrastes dont se compose le
« caractère français, le plus marquant, le plus
« inexplicable est le goût du changement et
« l'amour de la routine que cette nation seule
« a trouvé le secret de concilier; ce qui fait que
« nous changeons la forme de nos habits, de nos
« ameublemens, plusieurs fois par siècle, et que
« la moitié de Paris préfère encore l'eau sale
« de la Seine à l'eau purifiée qu'on lui offre
« pour le même prix. » (Idem N.° 96.)

Enfin, un Médecin philosophe, autre notre contemporain, dit :

« Nous avons souvent résisté au bien qu'on
« nous offrait, par la seule habitude où nous
« sommes de résister aux nouvelles opinions.
« Le ridicule est chez nous si près de la
« nouveauté, et nous en sommes si prodigues,
« qu'il est sans exemple dans notre histoire
« qu'un homme qui débitait une opinion nouvelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« et utile, ait été accueilli avec reconnaissance. »
(Médecine légale, Tome 3. page 229.)

Qu'on ne croye pas que ce soit dans un esprit de dénigrement contre mes compatriotes que j'ai transcrit ces réflexions ; loin de là, personne ne désire plus que moi leur prospérité ; mais je crois qu'on ne saurait trop leur faire connaître ce qui leur manque pour l'obtenir, et pour acquérir cette supériorité à laquelle ils prétendent. Cela leur serait si facile avec l'activité et l'intelligence dont ils sont déjà doués !

O fortunatos nimium sua si bona nôrint !

Il leur suffirait d'y joindre un esprit un peu plus réfléchi. Et puisque je suis en train de citer, je terminerai mon appendice par une remarque de Montesquieu, bien faite pour corroborer tout ce que je viens de dire.

« Ce qui a le plus contribué, dit-il, à « rendre les Romains les maîtres du monde, « c'est qu'ayant combattu successivement contre « tous les peuples, ils ont toujours renoncé à « leurs usages, sitôt qu'ils en ont trouvé « de meilleurs. » (Grandeur et décadence des Romains. Chap. 1er)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

16.

Table des matières

Du Cours de 1824 à 1829 par ordre de Leçons.

1824.	Leçons.	
6 8bre	1re	Discours d'ouverture. — Réflexions sur les progrès de l'industrie en France. — Premières notions sur l'éclairage.
9	2e	Théorie de la lumière artificielle ou de l'éclairage. — De divers modes d'éclairage. — De l'huile et du Suif.
13	3e	De l'extraction du gaz de l'huile. — Avantages de ce gaz. — Des lampes à gaz portatives.
16	4e	Du gaz de la houille et de son extraction. — Des divers procédés procédés usités dans cette opération.
20	5e	De l'emploi de ce gaz. — Des divers produits de la distillation de la houille. — Résultats pécuniaires.
23	6e	Théorie de la chaleur. — De la valeur calorifique de divers combustibles.
27	7e	Suite de la chaleur. — Des moyens de tirer le meilleur parti possible de la combustion.
30	8e	Suite de la chaleur. — Correspondance. — De l'influence de l'air sur la combustion. — Des fourneaux et cheminées.
1828. 3 janvier.	9e	Suite de la chaleur et de l'influence de l'air. — Des soufflets de forge. — Du chauffage de l'eau.
6	10e	Suite de la chaleur. — De la vapeur d'eau. — Sa constitution et sa production. — Correspondance.
10	11e	Suite de la chaleur et de la vapeur. — Correspondance. — Ecoulement et condensation de la vapeur. — De ses usages.
13	12e	Suite de la chaleur et de la vapeur. — Correspondance. — Cuisson du sucre par la vapeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1828.	Leçons.	
17 Janvier	13e.	Suite de la vapeur. — Correspondance. — De la teinture des draps par la vapeur.
20	14e.	Suite de la vapeur. — De sa loi constitutive. — De sa puissance mécanique.
24	15e.	Suite de la vapeur. — Des moyens de produire sa puissance mécanique. — De ses effets.
27	16e.	Suite de la vapeur. — De divers modes d'emploi de sa puissance mécanique. — Des machines à vapeur.
31	17e.	Suite de la vapeur et de l'application de sa puissance mécanique à divers usages. — (Du Canal de l'Ourcq.)
3 Février	18e.	Suite des mêmes sujets. — Sur la nécessité des doubles machines. — De l'application de la vapeur à l'artillerie. — De la distillation.
7	19e.	Suite de la distillation. — De la distillation complexe. — De celle à simple effet.
10	20e.	Suite de la distillation. — De celle à double effet. — Des modernes appareils distillatoires.
14.	21e.	Suite de la chaleur. — Du chauffage des appartemens. — Des divers appareils de chauffage.
17.	22e.	Même sujet. — Des Calorifères.
21.	23e.	Fin de la chaleur. — Du chauffage des bâtimens par la vapeur. — Des Séchoirs à la vapeur.
24.	24e.	De l'air atmosphérique. — De diverses applications du vide. — De l'humidité de l'air. — Des Séchoirs à froid. — De la vîtesse du vent.
28.	25e.	Suite de l'air. — Des causes qui l'altèrent et des moyens de le purifier. — Des appareils fumivores.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

18.

1828. Leçons.

3 mars. 26e. De l'Eau. – Des substances qui l'altèrent. – Des moyens de l'épurer. – Des filtres. – Des buanderies publiques.

8 27e. Du Soufre. – De son extraction et de son raffinage. – Du chlore. – De son emploi dans le blanchiment des toiles. – Manière de le produire.

8 28e. Du Charbon. – De la carbonisation du bois. – De sa distillation et des produits qui en résultent.

10 29e. Résultats de l'appareil fumivore. – Nouvelles notions sur la carbonisation. – De la fabrication et de la consommation du fer.

12 30e. Suite du fer. – Des usages de la fonte. – De son importance. – De sa température.

14 31e. Suite du fer. – De la fabrication du fer forgé. – De ses usages. – Des ponts en fer. – De la nécessité d'accroître la production de ce métal.

17 32e. Suite et fin du fer. – De la fabrication des diverses sortes d'acier. – De la gravure sur acier.

19 33e. Du cuivre. – Du plomb. – Du laminage de ces deux métaux. – Fabrication du plomb de chasse.

21 34e. De la Soude. – De son extraction. – Des moyens d'absorber l'acide hydrochlorique provenant de cette extraction.

24 35e. Suite de la Soude. – Des moyens de la produire. – De son raffinage. – De la potasse. – Des usages et de l'essai de ces deux alcalis.

18 avril. 36e. De la chaux. – Des mortiers. – De la chaux hydraulique, naturelle et artificielle. – Du ciment Parker.

20 37e. De l'acide carbonique. – Des eaux minérales factices. – De la céruse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1829.	Leçon.	
21 avril.	38e.	Observations sur l'éclairage au gaz et sur le ciment Parker. — De l'acide sulfurique.
23	39e.	De l'Alun. — Du sulfate de fer.
28	40e.	Notions chimiques sur l'agriculture. — Des engrais. — Du sucre de betteraves.
27	41e.	Du raffinage du sucre. — De la cuisson des sirops. — De leur décoloration par le charbon animal.
28	42e.	Suite du raffinage du sucre. — Avantages de l'emploi de la vapeur dans cette opération. — De la fermentation alcoolique.
30	43e.	Suite de la fermentation. — Des diverses qualités d'alcool.
2 Mai	44e.	Réponse à des questions sur la filtration & la décoloration des sirops. — De la fabrication de l'eau de vie de fécule & de pommes de terre. — Des produits de la calcination des os.
4	45e. et dernière.	Des mêmes produits. — Du charbon animal. — Des sels ammoniacaux. — De la graisse. — De la gélatine ou colle forte. — Du tannage.

Fin
De la Table du premier cours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Table

des Matières du Cours de 1825 à 1826 par ordre de leçons.

1825.	Leçons.	
28 9bre	1ère	Introduction. – Considérations sur les progrès de l'industrie en France et en Angleterre, sur l'emploi des machines, sur la nécessité d'accroître la production des métaux. – Des Mines du Mexique. — Des innovations dans l'usage des machines. – Des grandes blanderies. – Objet du Cours.
1er Xbre	2e	De l'éclairage. – Des corps gras qu'on y emploie. – De leur épuration. – Du volume de la flamme. – De divers procédés d'éclairage. – De la Bougie marguerite. – De l'hydrogène carboné.
5	3e	Du gaz de l'huile. – Des résultats de son extraction. – Du Gazomètre. – Des becs de lumière. – Des lampes à gaz portatives. – Du gaz des graines oléagineuses.
8	4e	Du gaz de la houille. – Nouvelles notions sur son extraction et son emploi.
12	5e	Correspondance sur divers sujets. – Dépense et produits d'une fabrique de gaz de la houille.
15	6e	Lettre sur l'éclairage. – Four substitué aux cornues dans la distillation de la houille. – De la Théorie de la chaleur.
19	7e	Suite de la chaleur. – Du thermomètre. – De la différence de température avec la même quantité de chaleur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

13

1825.	Leçon.	
22 Xbre	8e.	Suite de la chaleur. — De l'ascension de l'air dans les cheminées.
26	9e.	Correspondance. — Suite de la chaleur et de l'ascension de l'air dans les cheminées.
29	10e.	Suite de la chaleur. — Des Soufflets de forge. — Appareil fumivore.
1826.		
2 Janvier	11e.	Suite de la chaleur. — De la production de la vapeur.
5	12e.	Même Sujet.
9	13e.	Idem. — De la puissance mécanique et des lois constitutives de la vapeur.
12	14e.	Même Sujet.
16	15e.	Idem.
19	16e.	Id. et principalement de la détente. — Correspondance.
23	17e.	Id. et principalement des chaudières.
26	18e.	Idem. Id. — Du résidu de l'eau vaporisée. — Des Soupapes de Sureté.
30	19e.	Idem. — De la vitesse de la vapeur. — Des orifices d'écoulement. — Moyens d'alimenter la chaudière.
2 Février.	20e.	Idem. — Correspondance. — De la condensation de la vapeur & de sa détente.
6	21e.	Idem. — Correspondance. — De l'emploi des machines à vapeur pour l'élévation des eaux.
9	22e.	Idem. — De la puissance mécanique réalisée dans les machines à vapeur.
13	23e.	Idem. — Correspondance. — Des emplois de la puissance mécanique de la vapeur. — De la mouture du blé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1826. Leçons.

16 février. 24e. Suite de la vapeur. — Correspondance. — Des chutes d'eau comparées aux machines à vapeur. — Des papeteries. — Des filatures. — Des buanderies.

20 25e. Idem. — Id. — De l'élévation de l'eau par les machines à vapeur. — De l'application de la vapeur à l'artillerie. — Considérations sur l'emploi des diverses machines.

23 26e. Idem. — Id. — De la puissance mécanique des vapeurs d'alcool & d'éther. — De celle de l'hydrogène carboné.

27 27e. De la puissance mécanique de l'acide carbonique. — De l'emploi de la vapeur pour chauffer les bains de teinture.

2 Mars. 28e. Du raffinage du Sucre et de l'application de la vapeur à la cuisson des Sirops.

6 29e. Correspondance. — Suite du raffinage du Sucre. — De l'emploi de la vapeur dans la fabrication de la bière. — Idem dans l'apprêt des étoffes.

9 30e. Correspondance sur divers sujets et notamment sur le raffinage du Sucre. — Du chauffage des appartemens.

11 31e. Suite du chauffage des appartemens. — Des cheminées. — Des poêles. — Des Calorifères.

13 32e. Idem. — Du chauffage des appartemens et ateliers par la vapeur. — De la production et conservation de la glace.

16 33e. Correspondance sur le chauffage des appartemens. — De la fabrication du fer. — De la fonte.

18. 34e. De la production de la vapeur par détonation. — Suite de la fabrication de la fonte.

20. 35e. De la fabrication du fer forgé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1826.	Leçons.	
23 mars	36e	De l'acier. — De sa fabrication et de ses usages.
30	37e	Correspondance sur le cément & la trempe de l'acier. — De l'affinage de l'or & de l'Argent. — De la potasse.
1er Avril.	38e	De l'absorption de l'acide sulfureux produit dans l'affinage de l'or & de l'argent. — De la fabrication de la Soude.
3	39e	Lettre sur l'affinage de l'or & de l'argent. — De la chaux, des mortiers et du ciment.
4	40e	De la fabrication de l'acide sulfurique.
6	41e	De la fabrication du verre. — Notions générales. — Du verre à vitres.
7	42e	Suite de la fabrication du verre. — Du verre à bouteilles. — Du cristal.
8	43e	De la fabrication des briques et de la poterie. — De la mouture du grain. — Compte de boulangerie. — Réflexions sur un projet d'établissement d'une boulangerie générale.
10	44e	Du blanchissement des toiles.
11	45e	Idem. — Correspondance. — Du blanchissage du linge sale. — Projet de buanderie générale. — Réflexions sur cet établissement.
13	46e	Correspondance. — De la teinture
14	47e et dernière	De la fabrication de l'acide nitrique. — De celle du vermicelle. — Du sucre de betterave.

Fin

de la table des leçons du 2e Cours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Réflexions sur la réponse de M. C.t à la communication qui lui a été faite du projet de publication de ce journal.

Lorsque je formai le projet de publier le Journal du Cours de M. C.t, je crus que la bienséance exigeait que je lui en fisse part. Je lui communiquai en conséquence ce qui précède pour lui donner une première idée de l'ouvrage, et je lui annonçai que j'étais prêt à mettre mes cahiers à sa disposition, s'il le désirait, afin qu'il pût s'assurer, par leur examen, si mon travail méritait son approbation. Malgré tout ce qu'on m'avait dit pour m'engager à passer outre, sans faire cette démarche, je persistai dans ma résolution, ne fût-ce que pour satisfaire aux convenances. On m'en avait représenté l'inutilité, parce qu'on présumait qu'ayant aussi l'intention de faire imprimer son cours, il pourrait croire ses intérêts contrariés par mon projet. Cependant, à tout événement, au lieu de dire, dans ma lettre, que je n'avais pas voulu publier mon Journal sans avoir obtenu son agrément, je dis sans l'avoir demandé, me réservant ainsi la faculté de n'en pas moins faire ce qui me paraîtrait convenable, quelle que fût sa réponse.

Effectivement il me répondit, comme on me l'avait fait pressentir, qu'il ne pouvait pas consentir à cette publication. Il prétend avoir seul le droit de publier ses idées. Il se plaint même un peu amèrement de deux entreprises du même genre qui ont déjà eu lieu, et qu'il qualifie assez crument de larcins et de plagiats contre lesquels, selon lui, une législation moins indulgente que la nôtre aurait pu sévir; car il avoue que les lois se taisent à cet égard.

J'étais loin de m'attendre à une semblable réponse; j'avais de M. C.t une tout autre opinion. Si je l'eusse prévue, peut-être ne lui aurais-je pas écrit, car je ne l'ai fait que par un sentiment de déférence. Toutefois examinons un peu si ses prétentions sont fondées.

D'abord je demanderai s'il est l'auteur de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Science qu'il enseigne. N'est-elle pas aussi celle d'un grand nombre de Savans qui l'ont tous acquise par tradition, et dont quelques-uns l'enseignent également? Mais fait-elle la sienne proprement dite, à cause de quelques idées neuves qu'il y insère, par cela même qu'il est salarié par le Gouvernement pour la professer, tout ce qu'il dit dans ses leçons est du domaine public. Ce n'est pas en écoutant aux portes que j'ai rédigé ce journal, ni même à un cours particulier, car le sien a été institué spécialement dans l'intérêt général. Ce n'est pas non plus dans son portefeuille que j'en ai puisé les élémens, ni dans aucun ouvrage précédemment publié par lui. Il n'y a donc là ni larcin ni plagiat. Un plagiaire est celui qui s'attribue l'extrait qu'il fait d'ouvrages déjà imprimés, ou de manuscrits dont il aurait eu communication d'une manière subreptice ou même confidentielle; dans ce dernier cas, je dirai encore que c'est plus qu'un plagiat c'est un abus de confiance très-condamnable, un véritable larcin. Mais il n'en est rien de semblable. Ce serait un plaisant larcin que celui de doctrines enseignées dans un Cours public depuis huit ans, et par la voie orale seulement, ce serait un singulier plagiat que de recueillir des choses dites d'une manière aussi fugitive, en présence d'un auditoire de plusieurs centaines de personnes qui pourraient toutes en avoir fait autant que moi, car je ne suppose pas que M. C.t ne professe qu'à condition qu'on se bouchera les oreilles. Ses leçons et ce qu'il y enseigne sont donc devenus la propriété publique.(a) Qu'y ai-je fait? j'y ai pris des notes comme les 19/20 de ses auditeurs, et j'en ai rédigé des bulletins en déclarant solemnellement que la forme seule est à moi et non le fond; il n'y a donc pas de plagiat dans mon travail puisque j'en fais connaître l'origine et qu'il n'est l'extrait d'aucun ouvrage imprimé. Je pourrais

BIB. CNAM
RESERVE

(a) Ses leçons de plusieurs cours ont été publiées de même par ses auditeurs, et entr'autres celui d'anatomie comparée de G. Cuvier, recueillies et publiées en 1800 par C. Duméril.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même le scrupule jusqu'à prendre sous ma responsabilité toutes les inexactitudes qu'on pourrait y remarquer ; certes, il faudrait avoir une grande dose de susceptibilité pour se formaliser d'une semblable publication. Voilà ce que je me disais avant de faire part à M. C.t de mon projet ; je ne prévoyais pas d'autre objection, et surtout j'éloignais toute idée d'un refus motivé sur des considérations d'intérêt pécuniaire.

Eh bien ! même sous ce rapport, son refus ne me paraît pas fondé, car mon Journal n'est qu'un résumé, une analyse succinte de ses leçons orales ; il ne peut nullement entrer en parallèle avec le traité complet qu'il se propose de publier et qui sera très-volumineux. On pourrait même le regarder comme une préparation sinon indispensable, du moins utile, une espèce d'introduction à ce traité. Les intérêts de M. C.t ne sont pas plus lésés par la publication d'un semblable résumé, que ceux des auteurs et éditeurs d'ouvrages dramatiques ou littéraires par les analyses quelquefois très-étendues que les Journaux et autres recueils périodiques donnent de ces ouvrages après les premières représentations ou même après l'impression. Il est pourtant telle de ces analyses qui se compose d'un grand nombre d'articles dont la réunion ferait un livre, et qui pourra bien certainement dispenser de la lecture de l'ouvrage principal dont elle fait ordinairement connaître, souvent par extraits textuels, ce qu'il y a de plus intéressant. La plainte serait même plus fondée de la part de ces auteurs, parce qu'ils ont déjà fait la dépense de l'édition, sans aucune rétribution préalable.

Dans une conférence que j'eus avec M. C.t le lendemain du jour où je reçus sa réponse, je fis valoir quelques-uns des argumens que je viens d'exposer ; mais je ne pus le faire changer d'avis entièrement. Il paraît

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

craindre que la publication du Journal ne nuise à celle de son propre ouvrage, attendu, dit-il, que beaucoup de gens se contentent d'un résumé. Il a reconnu néanmoins que les lois ne confèrent le droit d'opposition qu'aux auteurs dont les ouvrages sont imprimés; aussi a-t-il ajouté qu'il ne me fera pas de procès à cet égard, pas plus qu'il n'en a fait aux éditeurs du Dictionnaire technologique et du Producteur où l'on a déjà publié des extraits de ses leçons et auxquels s'appliquaient les expressions un peu acerbes que je lui ai dit avoir lues avec beaucoup de peine dans sa réponse.

Cependant je ne puis m'empêcher de remarquer ici qu'il n'a pas toujours pensé de même relativement au Dictionnaire technologique. Au contraire, dans la 22.e leçon du Cours de 1825, il l'a signalé à l'auditoire comme renfermant plusieurs parties de son cours rapportées avec assez d'exactitude, et par conséquent comme pouvant suppléer à son traité jusqu'à un certain point; mais dans la 46.e du cours de 1826, il a refusé de donner son avis qu'on lui demandait sur le mérite de ce dictionnaire. (*)

S'il m'était permis de céder à un petit mouvement de vanité, je croirais, d'après le compliment qu'il m'a fait en me rendant l'avant-propos que je lui avais communiqué, que ce croquis lui a donné une très-haute idée du Journal et que c'est peut-être ce qui lui fait craindre qu'il n'obtienne un succès qui compromettrait celui du traité dont il s'occupe.

Quoiqu'il en soit, son opposition à la publication de ce journal n'est nullement fondée en principe. Elle est non seulement mon opinion, mais encore celle d'un grand nombre de personnes tout-à-fait désintéressées dans cet

(*) Ne pourrait-on pas en conclure que ce n'est que dans l'intervalle de l'une à l'autre de ces deux époques, 17 février 1825 et 13 avril 1826, que M. C.t a pensé un peu sérieusement à faire imprimer son cours? — Il n'est pas encore imprimé et je parierais bien dix contre un qu'il ne le sera jamais. X.bre 1827.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sorten de questions et à qui j'ai fait part de cet incident.

Envisagée sous le point de vue le plus favorable, son opposition serait du même genre que celle d'un spéculateur qui, ayant formé un établissement industriel, ou en ayant seulement annoncé l'intention, voit un de ses voisins en former un semblable, soit après lui, soit même auparavant. Si le premier n'a pas de brevet d'invention, il n'a aucune plainte légitime à porter contre l'imitateur; cependant il murmure parce qu'il craint de voir décues ses espérances de fortune; l'intérêt particulier est si exclusif et si facile à s'alarmer! Voilà les hommes! Tous déclament contre le monopole et les privilèges; mais sauf quelques exceptions, chacun d'eux voudrait jouir des privilèges et exercer le monopole sans partage dans sa sphère. (a) Encore la similitude n'est-elle pas parfaite, ce spéculateur qui n'a reçu aucune rétribution pour avoir communiqué son idée, est au moins fondé à la revendiquer, bien qu'il n'ait aucun recours légal; et d'ailleurs son établissement peut l'avoir obligé à de grandes dépenses qui rendent sa mauvaise humeur excusable. Il n'en est pas de même du professeur commis par l'autorité pour enseigner publiquement, et dont les leçons et les doctrines deviennent par conséquent la propriété commune. Il ne peut pas y avoir de monopole pour des doctrines ainsi enseignées. L'objet important, au contraire, est de les propager, de les mettre à la portée de tous, d'accroître leurs moyens de publicité; tel a été celui de l'institution de ce cours; et

---

(a) Le primò mihi est le grand régulateur des actions humaines.
(Sig. Leb.)

Ainsi, dans ce monde égoïste,
Chacun de nous pense pour soi:
Ego fait la suprême loi;
Les autres, que Dieu les assiste!
(L'hm. des Ch. Erav.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

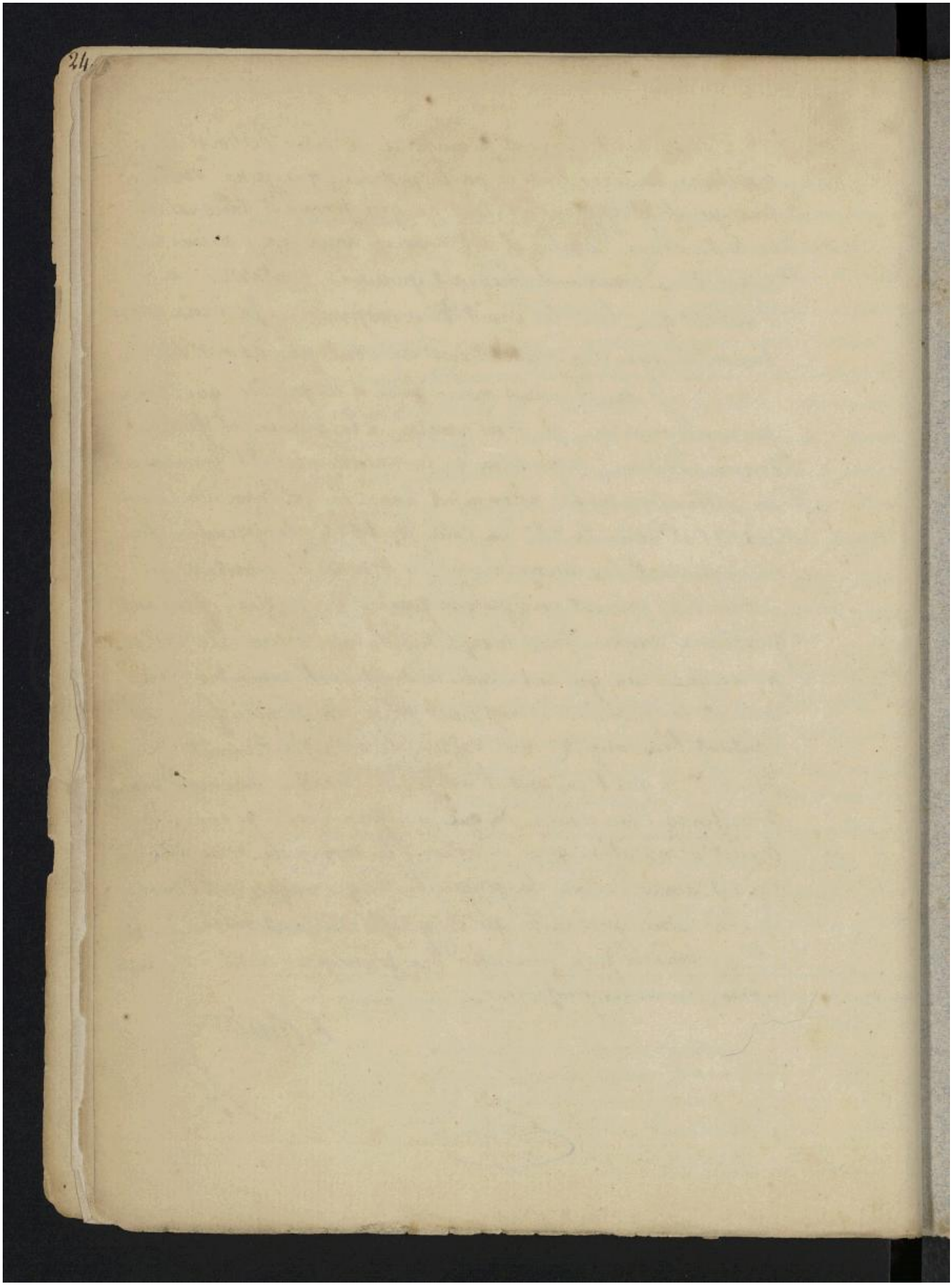
M. Sém.t a si souvent manifesté le désir de voir ses auditeurs en tirer tout le parti possible, que je ne doutais pas qu'il n'approuvât tout ce qui pouvait tendre à ce but. Sans doute il est encore dans les mêmes dispositions; mais il voudrait pouvoir contester à d'autres que lui le droit d'y coopérer. Je crois avoir démontré que ses prétentions ne sont pas admissibles.

J'étais d'autant moins fondé à les prévoir que dans plusieurs occasions il s'est montré, à la grande satisfaction de son auditoire, le partisan de la concurrence et l'adversaire des systèmes exclusifs, notamment dans la 20e leçon du cours de 1825 et dans la 28e de celui de 1826; la première fois, en signalant les inconvéniens des brevets d'invention qui, a-t-il dit, privent une grande partie du public, pendant plusieurs années, des bienfaits d'une découverte utile, parce que ceux qui ont seuls le droit de l'exploiter en mettent les produits à trop haut prix; la seconde fois, en vantant beaucoup, et avec raison, le désintéressement de M. Dne à qui l'on doit l'usage du charbon animal dans le raffinage du sucre, et qui n'a pas voulu prendre de brevet d'invention pour s'assurer le monopole de ce procédé, qui est ainsi devenu la propriété de quiconque veut l'employer. Je suis donc persuadé qu'en y réfléchissant mieux M. C.t ne voudra pas démentir des principes aussi sages, après les avoir professés.

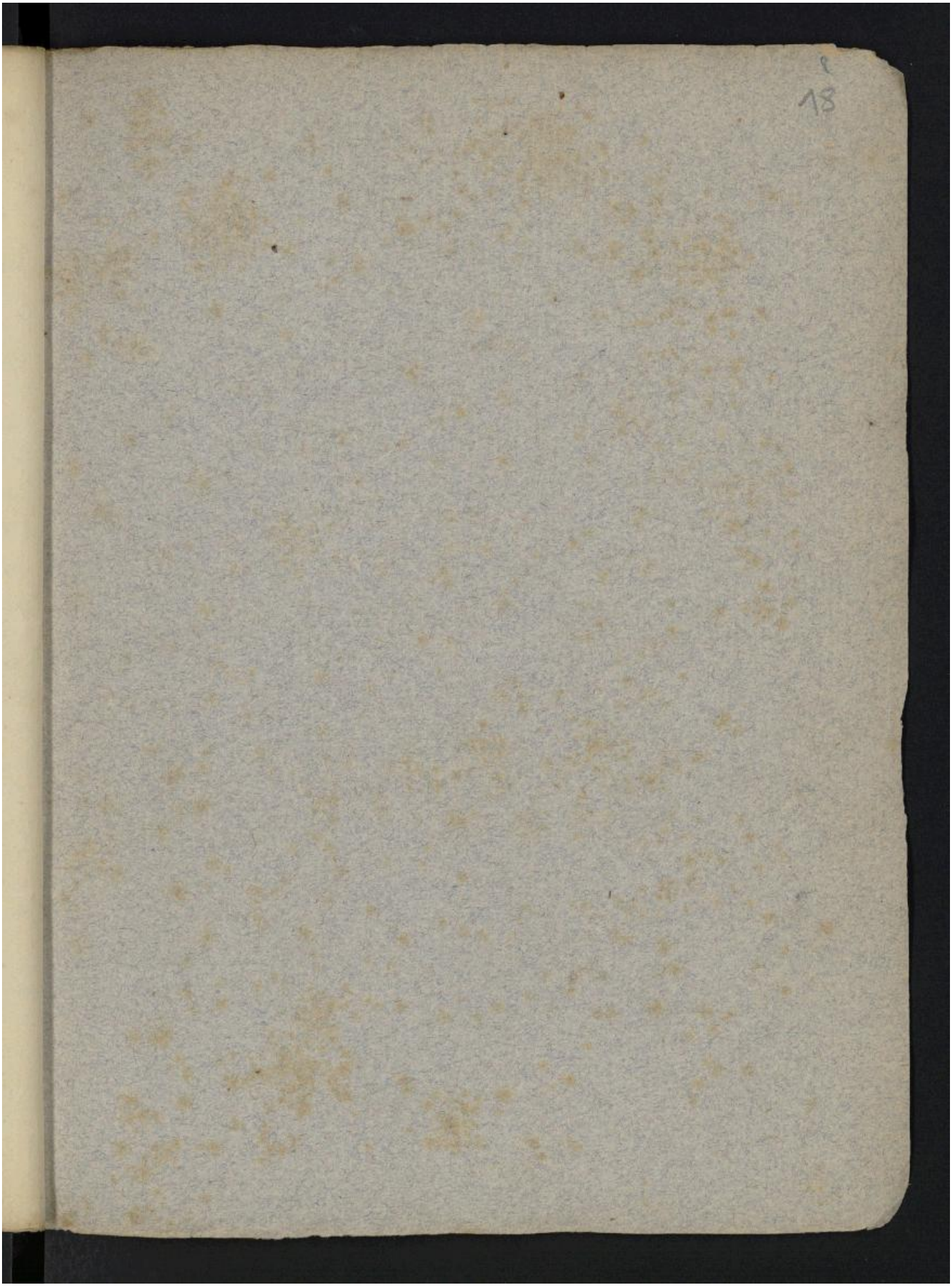
Rendu

BIB CNAM RESERVE

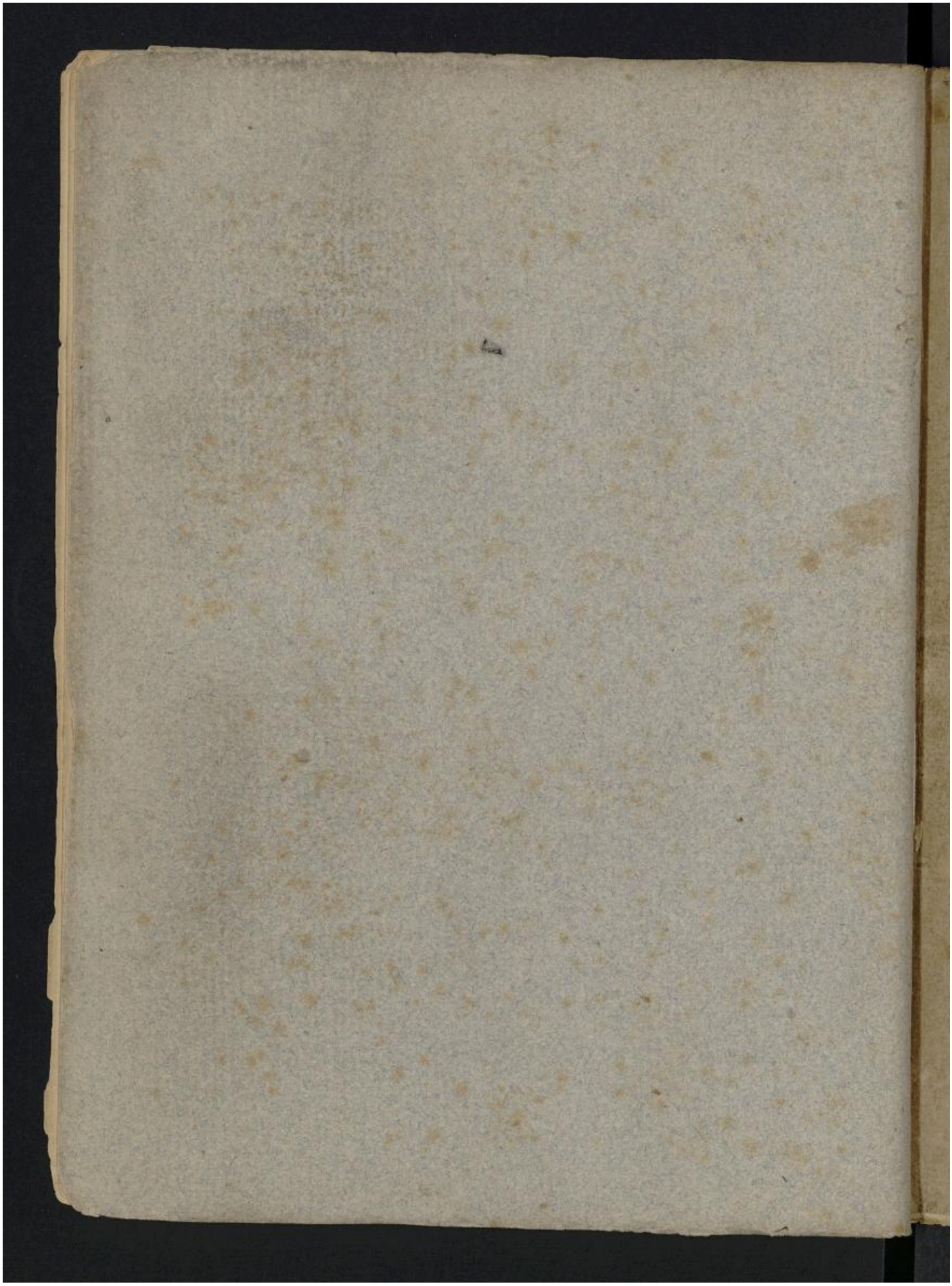
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



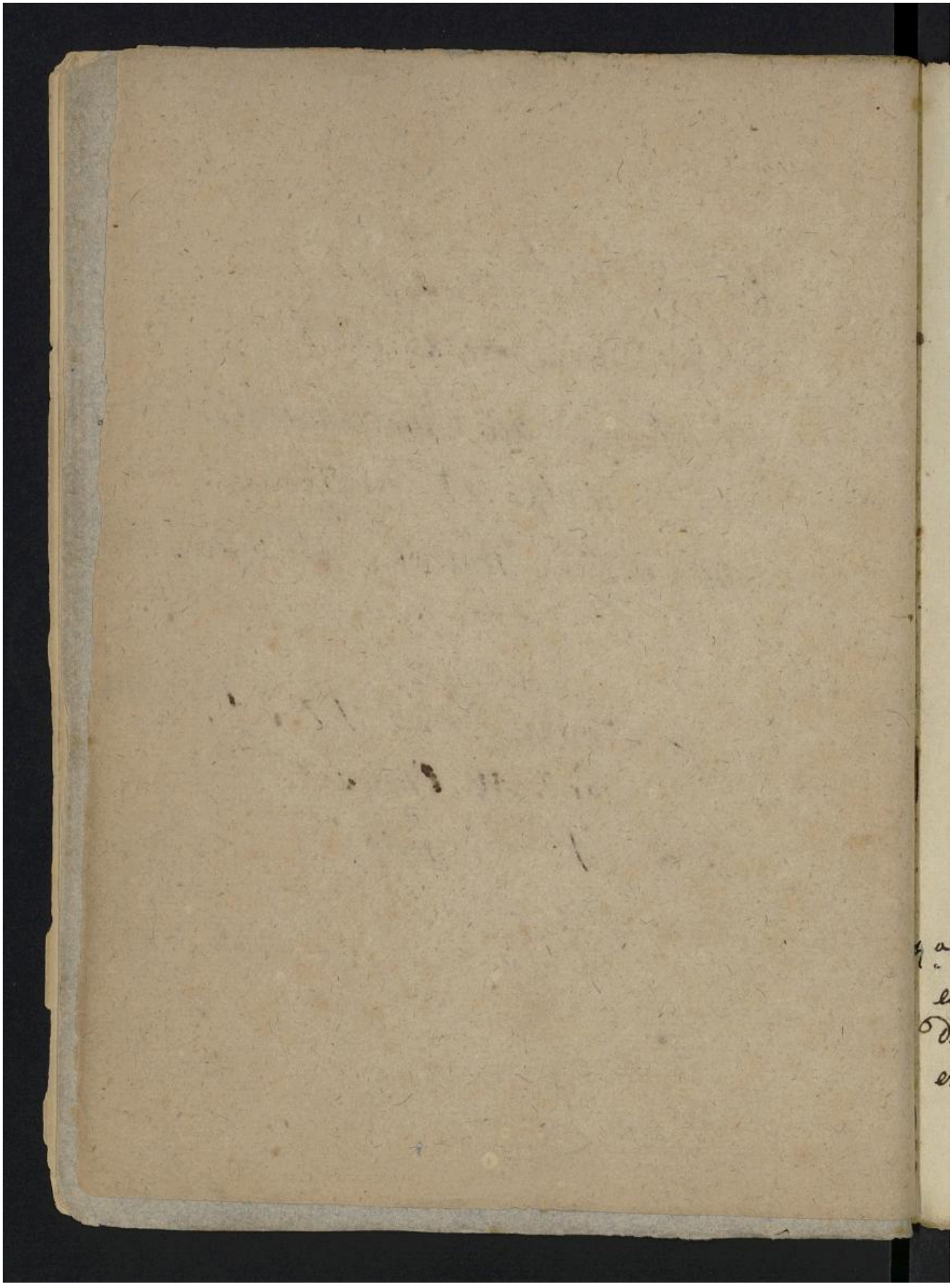
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie
Appliquée aux arts,
professée au Conservatoire
des arts et métiers
par M.r Clément Desormes.

Journal
du Cours de 1825.
par J. M. Raudot.
1.er Cahier.

BIB. CNAM
RESERVE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie
Appliquée aux arts
professée au Conservatoire des arts et métiers
par M. Clément Desormes.

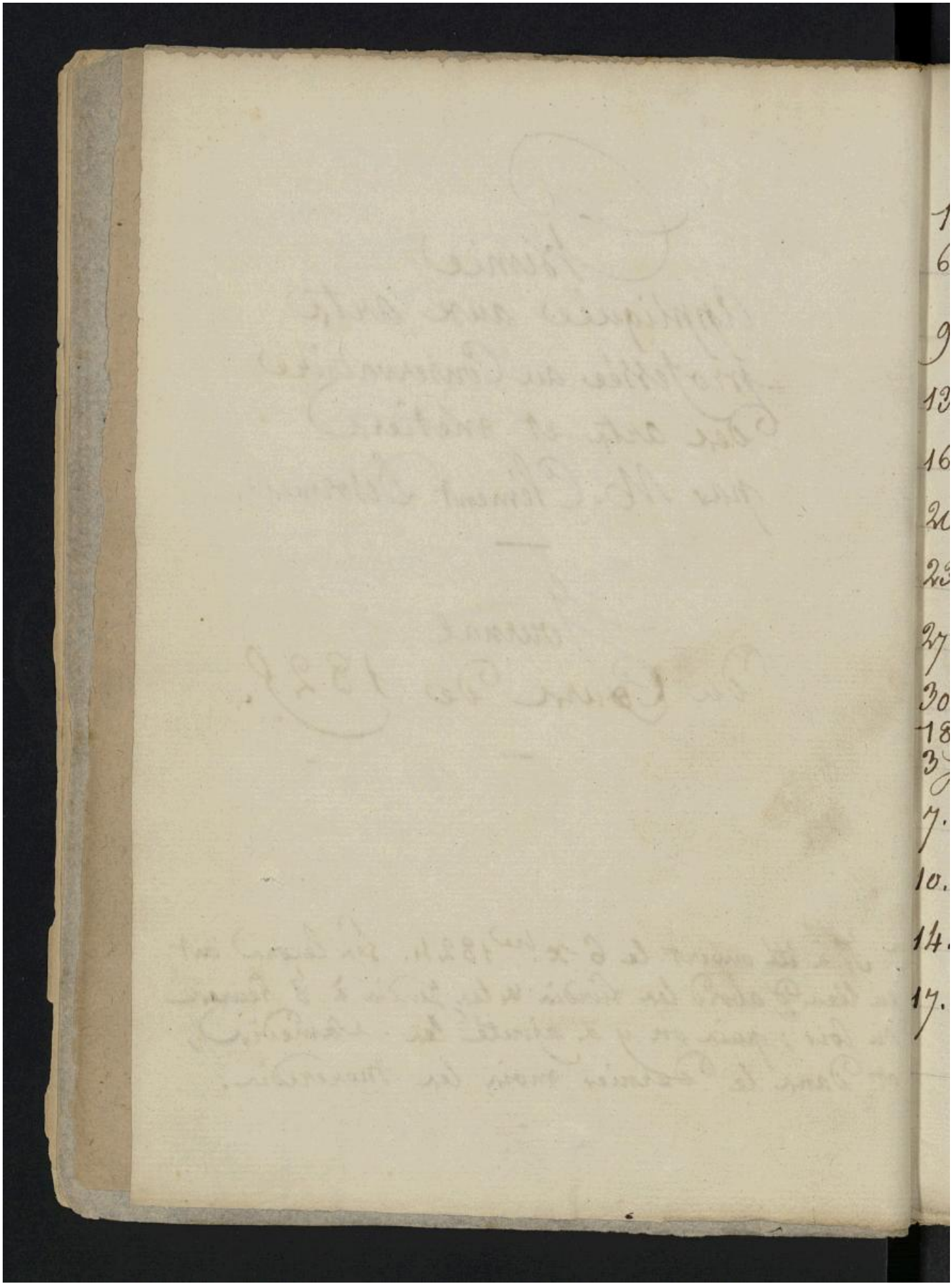
—

Journal
du Cours de 1824.

—

N.a Il a été ouvert le 6 x.bre 1824. Les leçons ont eu lieu d'abord les Lundis et les Jeudis à 8 heures du soir ; puis on y a ajouté les Samedis, et dans le dernier mois les Mercredis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie appliquée aux arts. (1er Volume.)

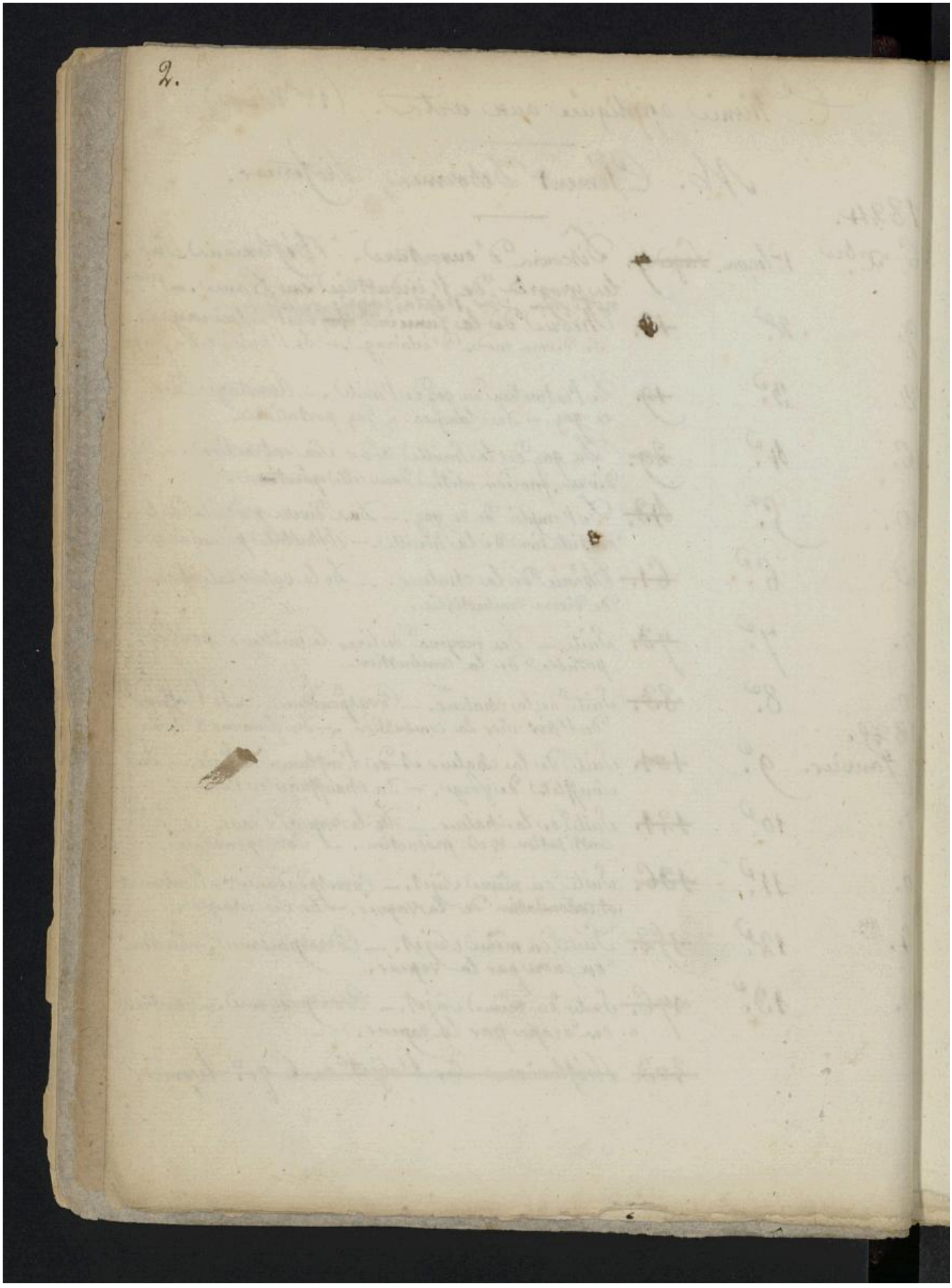
21

M. Clément Desormes, Professeur.

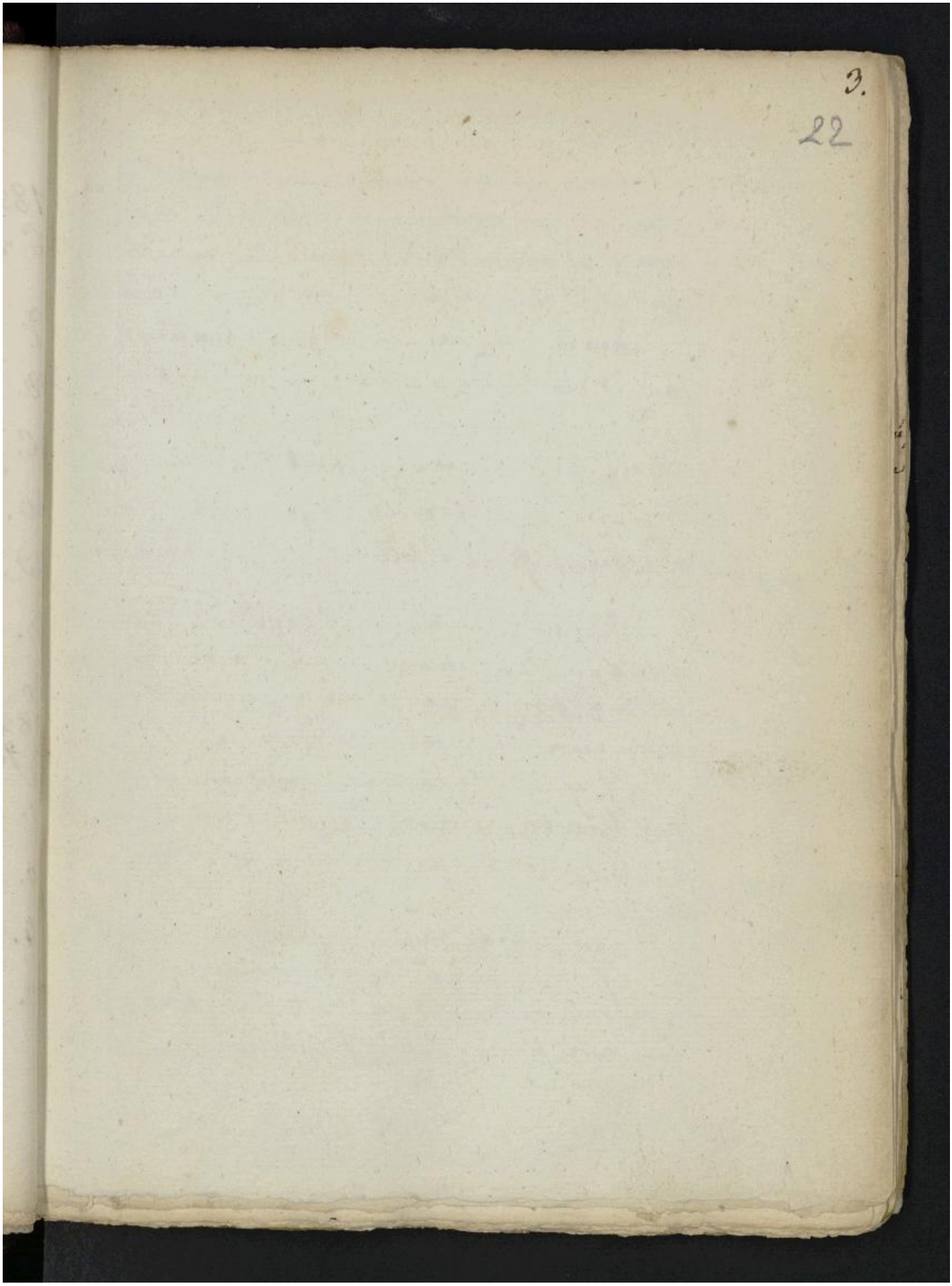
1824.

6 Xbre	1re Lecon.	~~page 7.~~	Discours d'ouverture. Réflexions sur les progrès de l'industrie en France. — 1ère notion sur l'éclairage.
9.	2e.	~~12.~~	Théorie de la lumière et de l'éclairage. De divers modes d'éclairage. — De l'huile et du suif.
13.	3e.	~~19.~~	De l'extraction du gaz de l'huile. — Avantages de ce gaz. — Des lampes à Gaz portatives.
16.	4e.	~~29.~~	Du gaz de la houille et de son extraction. — Des divers procédés usités dans cette opération.
20.	5e.	~~43.~~	De l'emploi de ce gaz. — Des divers produits de la distillation de la houille. — Résultats pécuniaires.
23	6e.	~~61.~~	Théorie de la chaleur. — De la valeur calorifique de divers combustibles.
27.	7e.	~~73.~~	Suite. — Des moyens de tirer le meilleur parti possible de la combustion.
30	8e.	~~89.~~	Suite de la chaleur. — Correspondance. — De l'influence de l'air sur la combustion. — Des fourneaux et cheminées.
1828.			
3 Janvier.	9e.	~~101.~~	Suite de la chaleur et de l'influence de l'air. — Des soufflets de forge. — Du chauffage de l'eau.
7.	10e.	~~121.~~	Suite de la chaleur. — De la vapeur d'eau. Sa constitution et sa production. — Correspondance.
10.	11e.	~~136.~~	Suite du même sujet. — Correspondance. — Ecoulement et condensation de la vapeur. — De ses usages.
14.	12e.	~~152.~~	Suite du même sujet. — Correspondance. — Cuisson du sucre par la vapeur.
17.	13e.	~~176.~~ 6	Suite du même sujet. — Correspondance. — Teinture des draps par la vapeur.
		~~203.~~	~~Réflexions sur l'objet du 6e et 7e leçons.~~

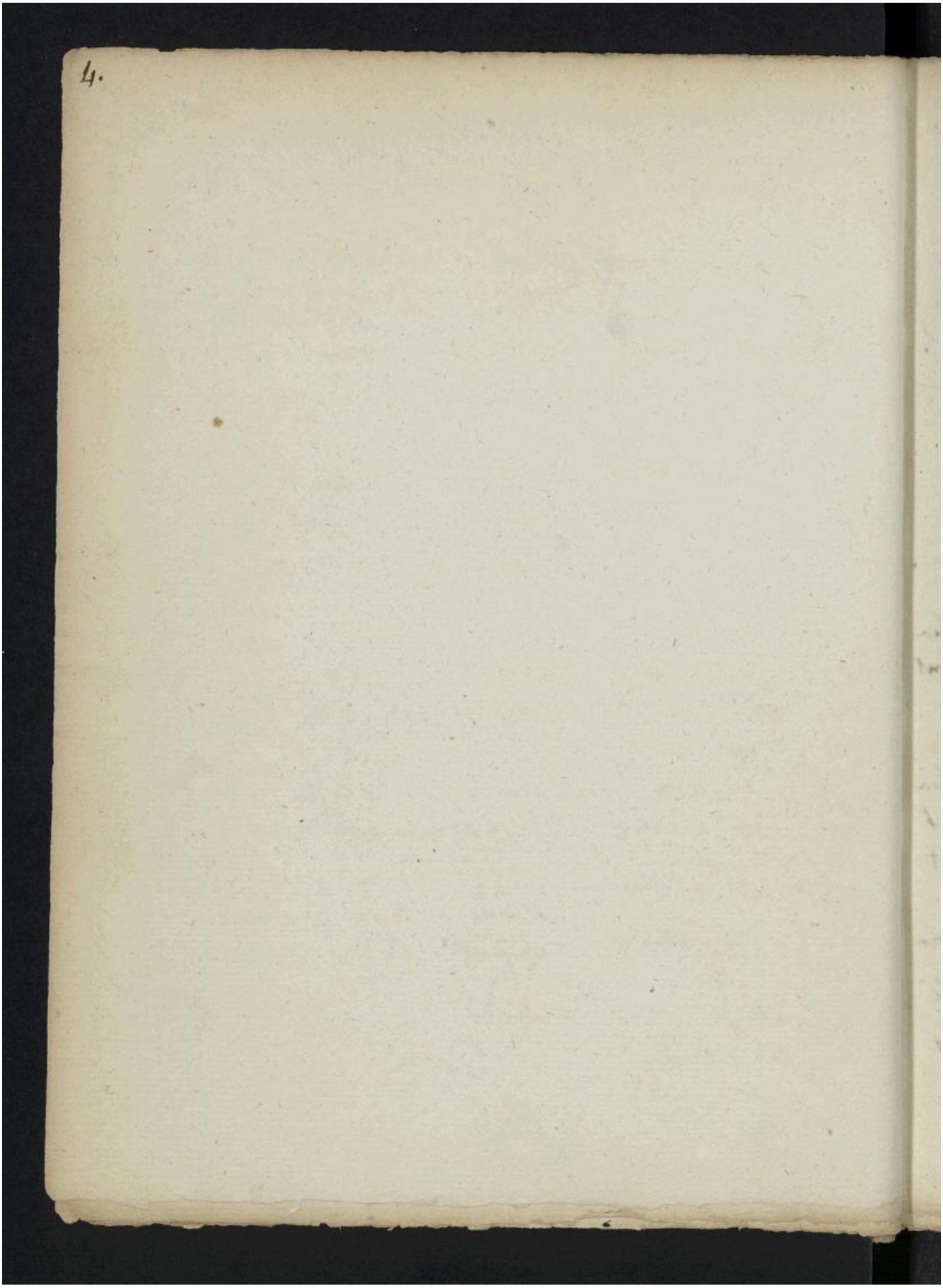
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



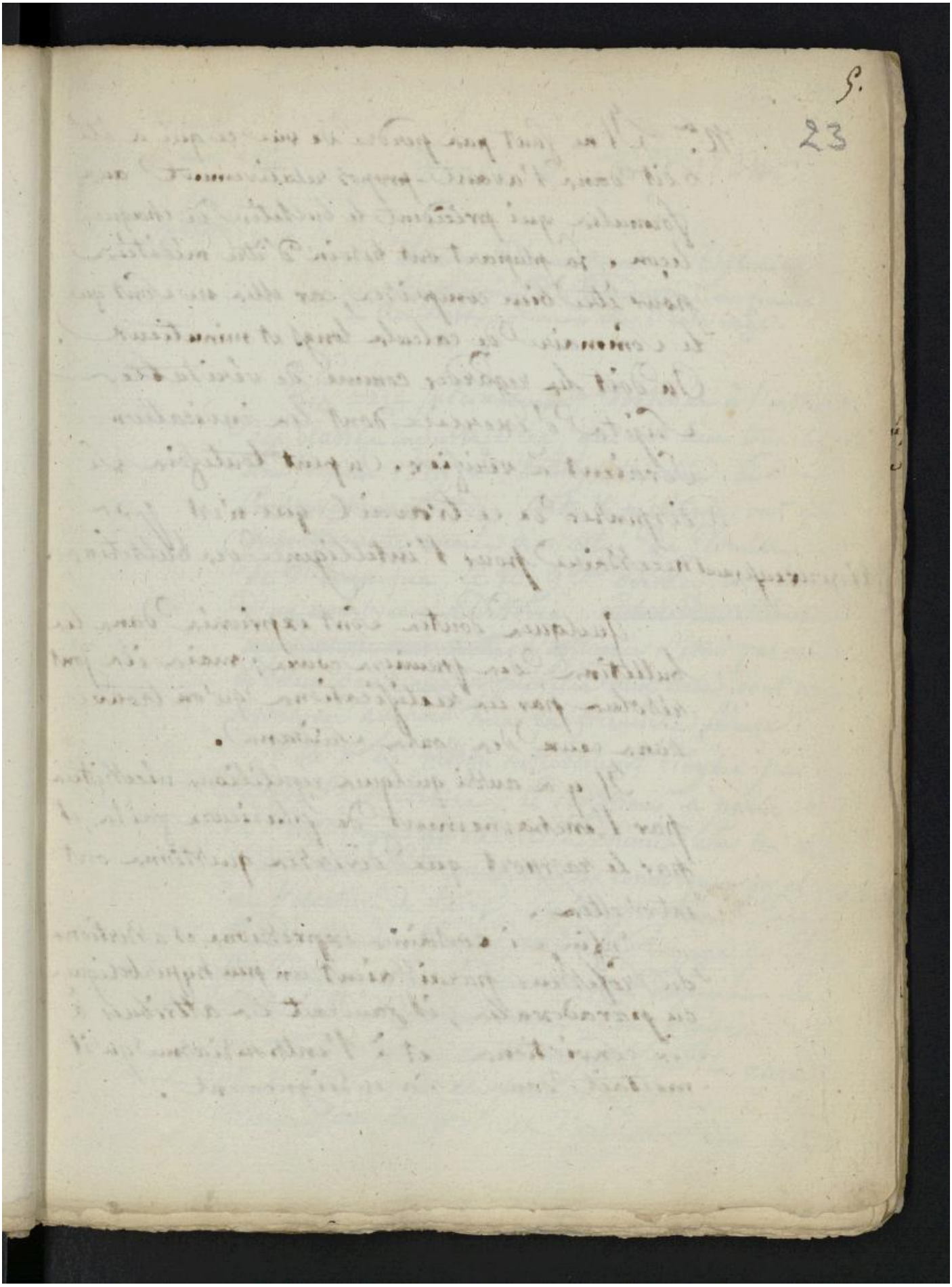
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N.a Il ne faut pas perdre de vue ce qui a été dit dans l'avant-propos relativement aux formules qui précèdent le bulletin de chaque leçon. La plupart ont besoin d'être méditées pour être bien comprises, car elles ne sont que le sommaire de calculs longs et minutieux. On doit les regarder comme de véritables sujets d'exercice dont les indications seraient à vérifier. On peut toutefois se dispenser de ce travail qui n'est pas rigoureusement nécessaire pour l'intelligence des bulletins.

Quelques doutes sont exprimés dans les bulletins des premiers cours; mais ils sont résolus par les rectifications qu'on trouve dans ceux des cours suivans.

Il y a aussi quelques répétitions nécessitées par l'enchaînement de plusieurs faits, et par le rapport que diverses questions ont entr'elles.

Enfin si certaines expressions et assertions du professeur paraissaient un peu hyperboliques ou paradoxales, il faudrait les attribuer à ses convictions et à l'enthousiasme qu'il mettait dans son enseignement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

24 7.

Chimie
appliquée aux arts.

1ère Leçon.

Lundi 6 X.bre 1824.

Discours d'ouverture. — Réflexions sur les progrès de l'industrie en France. — Premières notions sur l'éclairage.

Les cours spécialement destinés à l'instruction des classes industrielles, qui ont lieu tous les ans depuis 1819, à l'amphithéatre du Conservatoire des Arts & métiers, ont été ouverts cette année par celui de Géométrie et de Mécanique, le 10 9.bre dernier, en présence d'un nombreux auditoire. ~~Celui de Chimie appliquée aux arts~~ L'affluence n'était pas moindre à celui de Chimie appliquée aux arts dont nous avons eu aujourd'hui la première séance.

Elle a été presqu'entièrement remplie par le Discours d'ouverture. Le professeur a parlé d'abord de l'influence qu'exerce la Chimie sur les arts; il a ensuite fait connaître les remarques qu'il a eu l'occasion de faire sur les progrès de l'industrie en France, lors d'un voyage qu'il a fait dans plusieurs départemens depuis la clôture du dernier cours. Ces progrès ne lui ont pas paru aussi rapides qu'ils auraient dû l'être; mais la faute n'en est pas à la Chimie, car les produits dépendant des arts

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimiques, au contraire, y sont partout supérieurs à ceux des pays étrangers. Un manufacturier Anglais, aussi distingué par ses connaissances que par son impartialité, qui a fait ce voyage avec le Professeur, en est convenu lui-même. C'est à la mécanique qu'il faut en attribuer la lenteur, c'est-à-dire, à la répugnance des fabricans français pour l'emploi des machines; ce qui fait que leurs produits coûtent 50 à 60 pr% de plus qu'en Angleterre. C'est surtout en Normandie, en Picardie et à Lyon qu'on fait cette remarque; les négocians de cette dernière ville commencent pourtant à le reconnaître. Les manufacturiers Alsaciens sont moins récalcitrans sous ce rapport. Ils montrent aussi beaucoup d'émulation et un esprit très-judicieux dans leurs entreprises. Enfin on ne saurait trop recommander aux manufacturiers français l'usage des machines et principalement de celles à vapeur, la plus brillante et la plus importante de toutes les inventions modernes, a dit le Professeur. C'est le seul moyen de pouvoir lutter avec avantage contre l'industrie étrangère. (a)

Il désirerait en outre, que les ouvriers français montrassent plus de dispositions à s'instruire; il a raconté à ce sujet

(a) Voyez la note b à la fin de la dernière leçon.
Cette note a été transportée à la suite de l'avant-propos, sous le titre d'appendice. pag. 6.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'anecdote suivante.

Se trouvant à Glasgow en Ecosse, il y a quelques années, & voulant parler au chef d'un atelier après l'heure du travail, on lui dit qu'il était avec les ouvriers dans un endroit qu'on lui désigna. Notre professeur, qui s'attendait à les trouver en partie de plaisir, fut fort étonné de les voir tous livrés à l'étude, et d'apprendre qu'ils y consacraient une heure chaque soir. Aussi l'instruction est-elle très-répandue en Ecosse, quoique les moyens de l'acquérir ne soient pas gratuits comme en France. Les mœurs en sont plus pures, et on y jouit proportionnellement de plus d'aisance qu'en aucun autre pays. (b)

Une des branches d'industrie qui ont fait le plus de progrès dans ces derniers temps est la papeterie. Outre les améliorations des anciens procédés, on fabrique de très-beau papier avec la paille au lieu de chiffons. Le professeur en avait quelques feuilles de jaune et de blanc qu'il a fait circuler dans l'amphithéâtre. C'est encore une chose fort rare, car l'auteur sollicite en ce moment un brevet d'Invention. On emploie une préparation de chlore pour décolorer la paille dans cette fabrication.

Le cours se compose de notions générales et de notions particulières. Les premières seront relatives à la lumière, la chaleur, l'air et

(b) En effet, c'est par la plus grande diffusion possible que la science contribue à la prospérité d'un pays, et non lorsqu'elle est concentrée dans un petit nombre de têtes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau ; les autres concerneront les différens arts qui empruntent les secours de la chimie. On exige, de la part de ceux qui le suivent, au moins la connaissance d'une partie de la nomenclature chimique ; chose dont on ne peut pas s'occuper ici, mais qu'on peut acquérir facilement ailleurs & en peu de temps.

Pour terminer la séance, le professeur a entamé le chapitre de la lumière. Il a indiqué les quantités de matières propres à l'éclairage qui se consomment annuellement dans Paris. Elles s'élèvent à près de six millions de K^ms d'huile, deux de chandelles ou de bougies, enfin, la dépense totale de l'éclairage est d'environ 7 m.^ons de francs. Il nous a ensuite enseigné le moyen de connaître l'intensité de la lumière ; intensité qui est toujours en raison inverse du carré des distances, suivant la loi des influences centrales. Ce moyen est la méthode des ombres ; il est extrêmement facile. On met, par exemple, un style vertical sur un plan horizontal entre deux lumières, soit une chandelle & un quinquet ; puis on rapproche la chandelle de ce style jusqu'à ce que les deux ombres qu'il projette soient égales. Alors, on mesure la distance de la base du style au foyer lumineux le plus voisin, celui de la chandelle, et cette distance est l'unité ; on mesure ensuite celle de la même base au foyer du quinquet, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous supposons être double de la première: elle est quelquefois davantage. On carre ces deux nombres, et les produits expriment les rapports de l'intensité des deux lumières. Ainsi 1 X 1 = 1 et 2 X 2 = 4; donc la lumière du quinquet est à celle de la chandelle comme 4 est à 1, c'est-à-dire, qu'elles sont proportionnelles au carré des distances, mais en raison inverse comme il est dit plus haut.

Dans cette expérience, il convient que les lumières aient la même couleur pour faciliter la comparaison.

Les conditions nécessaires à la production de la lumière sont une haute température et une combustion complète. La lampe à l'alcool avec mèche de platine est un exemple de l'insuffisance de la ~~combustion~~ combustion seule pour la production de la lumière, car elle ne donne qu'un point lumineux à peine visible, parce que la température est peu élevée.

La chaleur dépend de la quantité d'oxigène combiné; elle est toujours la même avec une quantité donnée de combustible & d'oxigène. La durée de la combustion ne change pas la quantité de chaleur produite; mais elle peut influer beaucoup sur l'intensité de la lumière.

Cette intensité est plus grande dans une vallée que sur une montagne, les autres circonstances étant égales.

L'art de l'éclairage n'a pas de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

limiter connues jusqu'à ce jour, parce qu'on n'est pas toujours maître des circonstances qui pourraient être les plus favorables. Il est susceptible de s'améliorer; on peut espérer de découvrir les moyens de déterminer ces circonstances, surtout celles d'une haute température dans un temps donné. En effet une lumière très-concentrée, résultant d'une quantité quelconque de combustible est bien plus chaude qu'une lumière éparse résultant de la même quantité de combustible. Dans ce dernier cas, la flamme ayant beaucoup de points de contact avec l'air froid, elle contient moins de calorique dans chacun de ses parties.

Par la même raison, une flamme très concentrée doit être beaucoup plus éclatante qu'une flamme très-divisée.

(V. la 2e l.on du Cours de l'année suivante.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

13.

Chimie
appliquée aux arts.
—
2e Leçon.
—

Jeudi 9 Xbre 1824. 27

Théorie de la lumière ou de l'éclairage. —
Des divers modes d'éclairage. — De l'huile et du suif.

Formules tracées sur la planche avant la leçon.

1° Lumière.

Un Argand à 0.mt 60 = la Lune à 90000 lieues
ou 351 millions de mètres.
La Lune = 342 225, 000, 000, 000, 000 Argands ordinaires.
Le Soleil = 600 000 fois la Lune. (*)

2° Corps gras.

	Carbone.	Hydrog.	Oxigène.	
Huile de noix.	79.77.	10.57.	9.18.	99.52.
Stéarine.	82.47.	11.23.	6.30	100. "
Suif. Elaïne	74.80	11.62.	13.58	100. "
Cire.	81.78.	12.67.	5.54.	99.99.

3° Consommation.

Un bec de réverbère à 13mm 5. consomme 8 Grms d'huile par heure.
Un Argand à 15mm en consomme 30 grammes.
Une Chandelle de 12 au K.me consomme 12 5.
Une bougie de cire de 10 au K.me 8. 4.
idem de Blanc de baleine ou (Ctine)
Bougie margarique . . . . . 10. 5.
Carcel 40 à 48 grammes d'huile

4° Un Kilogramme d'huile donne 800 litres de gaz oléfiant, (ou 820 comme il est dit dans la 1re formule de la 2e leçon.)

(*) C'est Bouguer, célèbre physicien du dernier siècle, qui détermina ce rapport de la lumière du Soleil à celle de la Lune, d'après des expériences qu'il fit en Juillet et août 1725.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e Leçon.

Le Professeur a continué l'exposé des notions générales sur la lumière.

Il a fait connaître le procédé dont il s'est servi pour trouver les rapports entre l'intensité de la lumière de la lune et celle de la lumière d'un quinquet. Les résultats en sont indiqués ci-contre. (1ère formule)

C'est par la méthode des ombres dont il a déjà parlé dans la séance précédente. La lune était pleine et à son méridien, et le temps était parfaitement serein. Sans la réunion de ces trois circonstances, la lumière serait bien moins intense. (a)

L'intensité de la lumière des lampes d'Argand est très-variable; elle est à son maximum tout au plus pendant la

---

(a) 90000 lieues de 2000 toises = 180,000,000 toises.
1 ligne = 864 lignes; 1 mètre = 443.296.
Donc $1^{m} = \frac{864.000}{443.296} = 1.949$. Soit 1.95.

Ainsi 1 : 1,95 :: 180,000,000 : 351000000.
Pour avoir l'intensité des deux lumières il faut carrer les deux distances; par conséquent $0.60 \times 0.60 = 0.36$ et $351000000 \times 351000000 = 123201000000000000$. Puis il faut les rapporter à l'unité et dire :
1 : x :: 0.36 : 123201000000000000.
$x = \frac{123201000000000000 \times 1}{0.36} = 342225000000000000$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

première demi-heure, puis elle décroît toujours. Il n'en est pas ainsi de la lumière fournie par le gaz; elle est presque toujours plus intense et varie beaucoup moins. La conversion de l'huile en gaz est, au reste, le moyen le plus sûr d'obtenir avec plus d'avantage la combustion complète de l'huile. Ce n'est pas que l'huile ne puisse rigoureusement fournir autant de lumière; mais les mèches dont on est obligé de se servir en affaiblissent l'éclat en se charbonnant. Le gaz qui brûle sans intermédiaire est donc dans une circonstance plus favorable à la production de la lumière.

On pourrait d'ailleurs brûler un corps gras complètement sans obtenir la 20.e partie de la lumière qu'il est capable de produire. Par exemple, en moucheant une chandelle régulièrement, on en consomme moitié moins et on a une lumière deux fois plus intense. Il y a un grand nombre de cas analogues.

Dans la combustion de l'huile et des autres corps gras, c'est du gaz même qu'on brûle; la chaleur décompose ces matières que la mèche aspire en vertu de son action capillaire; c'est une véritable distillation dans laquelle la mèche fait les fonctions de cornue.

Les réflecteurs ne font que changer la direction de la lumière, sans augmenter réellement son intensité. Il y a, au contraire,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e Leçon.

De la lumière perdue dans la réflexion; mais ce qui reste est concentré et porté sur une surface d'une étendue bien moindre, et par cela même paraît avoir beaucoup plus d'éclat. Les Réflecteurs #

La manière dont on pose le verre sur le bec de lumière du gaz hydrogène peut influer sur son intensité; elle est presque nulle quand le verre n'enveloppe pas entièrement la flamme c'est-à-dire, lorsque l'air s'introduit entre le verre & le quinquet de manière à raser horizontalement la surface percée des trous par lesquels le gaz s'échappe.

Comme on ne se sert maintenant que d'huiles végétales pour les lampes d'Argand il faut qu'elles soient bien épurées pour obtenir une belle illumination, parce qu'elles contiennent des matières colorantes et mucilagineuses qui obstruent promptement les conduits des lampes et les tuyaux capillaires de la mèche. Avant la guerre, on se servait d'huile de baleine pour laquelle cette préparation n'était pas nécessaire; mais lorsque cette huile manqua, on se trouva un peu embarrassé. La chimie a donc rendu un grand service à l'économie domestique en fournissant un moyen facile d'épurer les huiles végétales. On

paraboliques de Bordier sont les plus avantageux. On s'en sert dans les départemens pour les réverbères, mais par exception à Paris. Une nouvelle administration d'illumination publique les adopterait probablement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

y emploie l'acide Sulfurique de la manière suivante.

On verse dans l'huile 0.02 d'acide sulfurique concentré et on agite le mélange; il devient d'un vert noirâtre et se remplit de flocons au bout d'une demi-heure environ. Alors, on y ajoute le double de son poids d'eau; on agite de nouveau pendant quelques instans, puis on laisse reposer le tout pendant une 8.ne de jours. Les flocons séparés par l'acide sulfurique se précipitent; l'eau, en s'unissant à cet acide, neutralise entièrement l'action qu'il pourrait avoir sur l'huile, et forme une couche intermédiaire; l'huile, qui est moins dense, se sépare peu à peu et se rassemble à la surface. On la décante au moyen d'un siphon, ou d'une pipette si on opère sur une petite quantité, & on la filtre pour la clarifier davantage. Ce procédé est dû à M. Lecanu, auteur d'un ouvrage qui paraît en ce moment. (6)

Il convient de tenir le mélange à la température d'environ 25.° pour favoriser la séparation de l'huile.

La lampe de Davy est un autre service bien important rendu aux arts par la chimie. On sait qu'elle met les mineurs à l'abri des explosions causées dans les mines par l'inflammation du gaz hydrogène. Il y a quelquefois une petite détonation dans l'intérieur de la lampe, lorsque le gaz y pénètre; mais elle ne se propage pas au delà, parce que la toile métallique qui l'enveloppe ne permet pas le passage de la flamme, et n'est pas à une température assez élevée pour enflammer l'hydrogène de l'extérieur. Cependant on a attribué quelques accidens à l'usage de cette lampe; mais on doit plutôt les attribuer à l'imprudence des ouvriers qui la laissent ouverte. Il faut ajouter que depuis qu'on s'en sert, on

(6) Dans le manuel d'un Cours de chimie, par Bouillon Lagrange, an 9, il est attribué à M. Thénard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constate soigneusement les accidens de ce genre dont on dissimulait la plupart auparavant, parce qu'ils étaient trop nombreux.

Les mèches ordinaires des réverbères ayant leur extrémité dans une situation horizontale, ne donnent par autant de lumière qu'elles pourraient en donner avec la même quantité d'huile. En Angleterre on les place maintenant dans une situation verticale et elles éclairent beaucoup mieux. C'est une modification bien simple qu'on doit à Lord Cochrane.

Plusieurs fabricans de chandelles emploient encore, pour la fonte du suif, un procédé très défectueux et qui exige une très-haute température, parce que les cellules ou membranes qui renferment le suif, se durcissant et se raccornissant à la première chaleur, il ne peut plus en sortir qu'au moyen d'une chaleur beaucoup plus forte. Il y a d'autres fabricans qui font mieux que cela. Ils soumettent la graisse à la pression d'un moulin ou de quelqu'autre machine analogue, avant de la faire fondre. Les membranes étant ainsi brisées, il suffit d'une faible chaleur pour en détacher le suif qui coule alors par les diverses issues résultant de la rupture des membranes, car sa fusion s'opère à une température de 40 degrés.

Dans la prochaine leçon, nous continuerons l'étude de l'éclairage.

(V. la 2.e Leçon du Cours de l'année suivante.)

Mais il faut une force motrice considérable pour briser ces membranes quand le suif est à l'état solide; il semble qu'on pourrait faire cette opération pendant la fusion même, avec une force bien moindre, au moyen d'une meule qu'on ferait mouvoir aisément dans la chaudière. Un autre avantage consisterait aussi à y employer le chauffage à la vapeur.

Le Rapporteur provisoirement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie appliquée aux arts.

3.e Leçon.

Lundi 13 X.bre 1824.

De l'extraction du gaz de l'huile. — Avantages de ce Gaz. — Des lampes à gaz portatives.

Après avoir dessiné sur la planche en traits un peu larges, mais d'une manière suffisante pour en donner une idée nette, l'appareil qui sert en Angleterre à la préparation du Gaz de l'Huile, le Professeur a tracé les formules suivantes qui ont été expliquées durant la leçon. (Pour l'appareil, V. Fig. N.o 1.)

1.° un K.me d'huile = 830 litres de gaz, à 1.17 = 975 f. 25

2.° Un Argand au Gaz de l'huile = 38 litres = 44. 6 f.

3.° Gaz portatif. (Gaz de l'huile) Consommation par heure. Elle est de 38 litres, et pour 8 heures de 304 litres à une atmosphère ou 10 litres à 30 atmosphères.

Un vase en cuivre de 6 pouces de diamètre (0.m 16) et d'un 20.e de pouce d'épaisseur (0.m 0014) supporte 38 atmosphères. Le fer supporte environ les 2/3 de plus, = 63 atmosphères.

4.° Composition de la graine de colza { Huile — 40. / Eau 6 / extractif 9 / écorce et marc 45 } 100.

5.° un hectolitre raz de charbon de Mons = 1. 40. de coke. (5.e comble)

N.B. Il y a deux manières de mesurer la houille; sur les lieux où on la recueille, où elle est par conséquent à très-bas prix, on la vend à l'hectolitre comble; partout ailleurs, c'est à l'hectolitre raz. La différence est de 20 à 25 %.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3.e Leçon.

6.° Un Kilog.me de charbon donne (houille)

	Litres gaz
à Manchester	166
à Londres	186.
à Liverpol	238.
à Glasgow	309.
à Paris	160.
en Laboratoire	189.
usines Royales	204.

Voici une description sommaire de l'appareil pour la préparation du Gaz de l'huile dont il est parlé d'autre part. (Fig. N.° 1.)

Il se compose 1.° d'un cylindre en fonte de 25 centimètres de diamètre et de 2 mètres de longueur posé horizontalement sur un fourneau à brique; on le remplit de coke, charbon de terre épuré, c.à d. dégagé de ses matières sulfureuses bitumineuses &c, et on le soumet à une température d'environ 600 degrés; 2.° D'un entonnoir garni d'un robinet et communiquant avec ce cylindre pour verser l'huile sur le coke; il faut qu'elle ne tombe que goutte à goutte; (a) elle s'y décompose et produit de l'hydrogène carboné et de l'acide carbonique ou de l'oxide de carbone; ce dernier gaz se forme à une température moins élevée. 3.° D'un autre cylindre qui paraît être de la même capacité que le premier, et qui est à moitié rempli

---

(a) Quelques Chimistes prétendent qu'elle se vaporise avant de toucher le coke, et qu'il se formerait du vinaigre ou de l'acide acétique si elle le touchait. Et ce cas à quoi sert ce coke? (V. la 9.e Leçon du Cours de l'année suivante.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'huile; il est aussi dans une situation horizontale, à la droite de l'autre, avec lequel il communique par un tuyau pour en recevoir les produits gazeux qui s'en dégagent; l'huile que contient ce 2ème cylindre est destinée à condenser les vapeurs grasses qui se trouvent mêlées avec les gaz. On peut aussi faire communiquer ce réservoir d'huile avec l'entonnoir d'où elle coule dans le premier cylindre. Un autre tuyau qui aboutit d'un 2e cylindre à un récipient ou réservoir plein d'eau, sert à la transmission de ces gaz; l'eau dissout une pie de l'acide carbonique et sort du réservoir où elle est remplacée par l'hydrogène carboné mêlé quelquefois avec un peu d'oxide de carbone qui ne se dissout pas dans l'eau, mais qui ne nuit pas sensiblement aux effets de l'autre, parce qu'il est aussi inflammable. Ce réservoir est improprement appellé Gazomètre. Il y en a de très-grands tel entre autres, que celui de l'usine du faubourg Poissonnière, qui a 100 pieds de diamètre (32mt 48.) et une capacité de 196000. pieds cubes. (environ 6720 mèt. cub.) mais ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

immenses réservoirs doivent rendre le service embarrassant. Il vaut mieux en avoir plusieurs de dimensions moyennes.

On emploie quelquefois l'eau de chaux pour absorber l'acide carbonique qui est un des produits de la distillation de l'huile; mais on peut presque toujours se dispenser de le séparer de cette [illegible]. On a agité la question de savoir si 44 grammes d'huile bien épurée donnent autant de lumière que 44 grammes de gaz dans les mêmes circonstances; l'affirmative n'est pas douteuse avec cette dernière condition; mais les circonstances ne peuvent jamais être les mêmes; elles sont favorables à l'éclairage par le gaz, dans la proportion de 30 gr. %. (b) Ainsi, malgré les frais de préparation, le gaz est ou doit être préféré. 44 Grammes de gaz équivalent à 38 litres que l'on consomme en une heure. (38 X 1.17 = 44.6 [illegible]. V. la 2.e formule.)

D'après les comptes de la Direction des postes à Londres, la dépense annuelle

(b) Il est même probable que parvînt-on à tirer le parti le plus avantageux de la combustion de l'huile, elle ne donnerait pas, à poids égal, autant de lumière que le gaz; car dans l'huile même ce n'est que du gaz qui brûle; or, il n'y a, dans un K.me d'huile, que 944 grammes de gaz = 830 litres X 1.17 [illegible]. (V. la 1.re formule.) Encore n'est-il pas certain qu'on en obtienne toujours cette quantité de gaz.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de son éclairage qui s'élevait à 2816 livres sterling avec l'huile, n'est plus que de 1600 ℔ avec le gaz.

L'éclairage au gaz de l'huile est très-répandu à Londres. Dans plusieurs quartiers on le préfère au gaz de la houille, parce qu'il n'a pas l'odeur de ce dernier. D'ailleurs, sa lumière est plus intense dans le rapport de 7 à 2. (c)

On vient de former à Westminster une société pour l'exploitation du Gaz de l'huile dont les fonds sont déjà de 500 000 ℔ st.g ℔ doivent être portés à un million = 25 M.ons de francs. * C'est sur ces larges bases que les Anglais opèrent dans leurs entreprises, surtout quand il s'agit d'objets d'utilité publique.

Il existe sur la côte occidentale de l'Angleterre un phare au gaz d'huile, très-élevé et d'une lumière extrêmement lumineuse. On a usé d'un moyen fort ingénieux pour pouvoir l'allumer tous

(c) C'est sans doute pour cela qu'on n'en consomme que 38 litres par heure, tandis qu'il en faut 136 du gaz de la houille. 2 : 7 :: 38 : 133.
(V. la 2.e formule de la 4.e Leçon.)

* Exploitation abandonnée. V. pg 13 du cahier du 4.e cours, t.on du 28 9.bre 36.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les soirs, sans être obligé de monter jusqu'au sommet de la tour; ce qui eût été très-pénible, vu sa grande hauteur. Outre le tuyau d'un diamètre suffisant qui porte le gaz au sommet il y en a un autre plus étroit qui s'élève parallèlement au premier et qui va aboutir à son extrémité supérieure. Ce 2e tuyau est percé dans toute sa longueur de petits trous très-rapprochés les uns des autres, par lesquels le gaz s'échappe latéralement; on l'allume au pied de la tour et il s'enflamme de proche en proche jusqu'en haut où il enflamme aussi la touffe qui sort par l'extrémité supérieure du gros tuyau alors on ferme les robinets du petit, il ne s'en dégage plus de gaz et la lumière latérale s'éteint.

Avec une seule émission de gaz on peut avoir une lumière d'une intensité égale à celle de cent bougies.

Il n'est rien moins qu'avantageux de substituer les graines oléagineuses

quantité de gaz.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'huile pour en extraire le gaz par la distillation. D'abord on n'économise par même les frais de fabrication de l'huile, puisque le marc qui reste après son extraction paye ces frais (#); ensuite les produits gazeux des graines sont bien inférieurs en qualité & en quantité, de sorte que les frais de transport aux lieux de l'exploitation en augmentent encore le prix. L'essai qu'on en a fait à Paris, il y a un an ou deux, a été fort onéreux aux Entrepreneurs. Même sur les lieux où on récolte les graines, et où par conséquent il n'y aurait pas de frais de transport, il ne conviendrait pas encore de les substituer à l'huile, vu l'infériorité de la qualité des produits; car il se forme en même temps de l'acide acétique dont la vapeur nuit à la combustion de l'hydrogène et altère les métaux des lieux où on le consomme. C'est donc une très-mauvaise spéculation.

On a fait en Angleterre des lampes portatives éclairées par le

(#) La fabrication d'une tonne d'huile coûte 10 £, et les tourteaux qu'on en retire valent quelquefois davantage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gaz, et on va aussi en fabriquer en France.
Le gaz peut y être condensé jusqu'à
trente atmosphères. (V. la 7.e formule.)
Elles ont la forme des quinquets ordinaires,
mais le milieu de la colonne est remplacé
par un vase ovale de la capacité de 6
à 10 litres. Le gaz s'échappe du vase
par une soupape, au moyen d'un robinet
qui en modifie l'ouverture de manière
à ne laisser sortir qu'un aussi petit filet
de gaz qu'on le désire, et par conséquent
à diminuer à volonté l'éclat de la
lumière, au point de la rendre à peine
sensible.

L'autorité a pris des mesures pour
prévenir les accidens qui pourraient résulter
d'une trop forte compression du gaz dans ces
lampes; elle a prescrit de faire les
parois du réservoir d'une épaisseur double
de celle qui suffirait pour résister à
la pression qu'elles sont destinées à
subir. Mais ces précautions, dont
le but est d'ailleurs très-sage, peuvent
avoir pour résultat de faire échouer
les auteurs de cette nouvelle branche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'industrie; car il leur faudra plus de matières & par conséquent plus de fonds pour fabriquer leurs lampes; ils seront donc obligés de les vendre plus cher; elles en seront plus pesantes, et peut-être alors n'en trouveront-ils pas le débit. Il y a lieu de croire que l'autorité a été mal conseillée dans cette circonstance. Si elle avait fait une enquête, avant de prendre cette mesure, comme cela se pratique en Angleterre dans les cas de ce genre, tous les gens expérimentés auraient pu donner leur avis, et elle aurait été convaincue qu'il suffisait que les parois eussent une épaisseur égale à une fois et demie celle que nécessite la pression qu'elles auront à supporter. Cette différence est à considérer, car c'eût été une économie d'un quart pour les fabricans de ces lampes. Si donc un fonds de 200 000.f leur avait suffi, il leur en faudra maintenant 400000. On ne fait pas assez attention à ces choses-là en France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3.e Leçon.

Outre ces considérations, l'explosion résultant d'un excès de pression qu'on peut toujours reconnaître, ne serait à craindre que quand on charge le réservoir ; dès qu'il est chargé, la pression diminue constamment même sans consommer. Il se dilate pendant qu'on le comprime, parce que la compression des gaz élève leur température ; mais l'équilibre ne tarde pas à se rétablir entre eux et les corps environnans ; le gaz se condense donc par l'abaissement de température, et par conséquent les chances d'explosion sont moindres, puisque l'accroissement de densité fait diminution de pression. Après le refroidissement la pression est toujours d'une ou deux atmosphères de moins.

On parlera du gaz de la houille dans la prochaine Séance. (V. les 5.e & 6.e formules.)

(Les 5.e et 6.e leçons du Cours de l'année suivante sont, en quelque sorte, le complément de ce bulletin.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie appliquée aux arts.

Jeudi 16 Xbre 1824. 35

IIe Leçon.

Du Gaz de la houille et de son extraction. — Des divers procédés usités dans cette opération.

Formules écrites sur la planche.

1°. Qualité du Gaz du charbon.

Durée du feu.	Oxigène absorbé.
1 heure.	164 grammes
3.	168.
5.	132.
7.	140.
9.	123.
11.	106.

2°. Valeur calorifique du Gaz du charbon.

Dépense du Gaz par heure = 136 litres = 69 grammes
En une soirée d'hyver de 7 heures = 952 lit. = 483 Grs
Oxigène absorbé = 952 X 1.5 = 1428 litres, et 1428 litres X 1.36 = 1K 942.

3°. Chaleur produite = 1K 942 oxigène X 1925 = 37422
$\frac{37432}{3000} = 12^{K}.47.$ (V. 6e. leçon, 2e. alinéa)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4e Leçon.

4e Comparaison des divers éclairages.

N.a Il s'était glissé quelques erreurs dans cette formule qu'il est par conséquent inutile de rapporter ici, d'autant plus que la 3e de la leçon suivante, intitulée : Comparaison des luminaires, paraît destinée à la remplacer. Du reste, elle est transcrite textuellement dans les questions soumises à M.r Clément avec ma lett.e du 27 8.bre (V. à la fin du volume.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour répondre à quelques questions qui lui ont été faites sur les effets des lampes à gaz portatives dont il a été parlé à la fin de la dernière séance, le Professeur a dit que la lumière qu'elles donnent diminue au fur et à mesure de la consommation du gaz, parce qu'il se dégage avec d'autant moins de rapidité qu'il est moins comprimé; mais comme on peut modifier à son gré l'ouverture de la soupape, et faire sortir par conséquent une plus ou moins grande quantité de gaz, on n'a ordinairement que très-peu de variation dans la lumière. Au reste, dans celles de ces lampes faites à Paris par M.r Galabert, on a ajouté un régulateur de l'écoulement du gaz.

Le Professeur a aussi répété une partie de ce qu'il avait dit pour démontrer combien sont vaines les craintes que l'on a pu concevoir sur l'explosion du réservoir. (V.r les deux derniers alinéa de la 3.e leçon.)

Le Gaz que l'on consomme pour l'éclairage à Paris est extrait du charbon de terre par la calcination de ce charbon dans des cornues de fonte. Il en résulte de la

vapeur d'eau, du goudron ou une matière analog
une espèce d'huile &c. Ces Substances se
liquéfient durant l'opération; mais les autre
produits gazeux s'en saturent. Ces derniers
produits sont de l'hydrogène carboné dans les trois
proportions, proto, deuto et quadri carboné;
de l'hydrogène sulfuré; de l'ammoniaque, par
la combinaison d'une partie d'hydrogène avec
l'azote des matières animalisées contenues
dans la houille; de l'acide carbonique et
de l'oxide de carbone. Il est impossible de
déterminer les véritables proportions de
ces divers gaz; elles dépendent le plus souvent
de la température; elles sont tout autres
avec une chaleur lente qu'avec une chaleur
croissant rapidement.

La durée du feu ou de la calcination
du charbon influe sur le pouvoir absorbant
de l'hydrogène carboné qui en résulte. Plus
elle est longue et plus ce pouvoir diminue,
ainsi qu'on l'a indiqué sur le tableau.
(V. la 1ère formule.) Par conséquent, lorsque
la calcination dure une heure, 100 volumes
de l'hydrogène carboné qu'elle produit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peuvent absorber 164 volumes d'oxigène, et si elle durait 11 heures, ils n'en absorberaient que 106. Il est donc avantageux de calciner le charbon rapidement. Cependant une heure serait loin de suffire pour extraire tout le gaz qu'il contient. A Paris et à Londres, on charge les cornues toutes les quatre heures, et le terme moyen de l'oxigène absorbé par leur hydrogène carboné est évalué à 150 volumes, comme il est dit dans la 2e formule ci-dessus.

Il reste bien encore du gaz dans le coke après une calcination de 4 heures; mais il est de mauvaise qualité.

En France, les cornues ne durent guères que six mois, terme moyen, parce que la fonte est mauvaise. Il y en a qui sont détruites au bout d'un jour. A Londres, elles durent un an. Cette durée est encore très-courte; c'est la haute chaleur à laquelle elles sont exposées qui les détruit si rapidement. On voit dans les cours de la grande usine de Westminster

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une quantité immense de ces cornues hors de service; car, à cette usine, il y en a 600 d'un quintal chacune, continuellement en activité et dont on renouvelle la charge six fois par jour. (a) On peut en prolonger la durée en les recouvrant d'un mastic ou d'une enveloppe d'argile qui conserve la fonte qu'elle soustrait à l'action immédiate du feu, mais qui en diminue les effets, ou en les posant sur des voûtes percées de plusieurs trous par lesquels la flamme vient les frapper. Toutefois, ce dernier mode a un autre inconvénient, celui d'altérer davantage les parties exposées au contact de la flamme. (b)

On condense la vapeur d'eau, le goudron et l'huile, par le refroidissement dans les tuyaux de conduite des cornues.

(a) Cela fait 3600 quintaux ou environ 180000 K.mes de Cr, si un K.me de houille fournit 186 litres d'hydrogène carboné (V. la 6.e formule, 3.e leçon) cette usine recueille 33,480,000 litres de gaz par jour = 180000 X 186. Elle aurait de quoi alimenter plus de 41000 becs de lumière pendant six heures à 136 litres par heure. $\frac{33480000}{136} = 246176$ heures.

(b) Ne pourrait-on pas changer la disposition de ces voûtes tous les jours, de manière à ce que les cornues présentassent alternativement les différents points de leur surface à l'action de la flamme?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au récipient ou réservoir. Il est indispensable qu'il n'y ait point de pression dans ces tuyaux. Il faut bien prendre garde qu'il n'y en ait point non plus dans les cornues, car elles n'y résisteraient point longtemps, leur ténacité étant déjà bien atténuée par la haute température à laquelle elles sont exposées. Pour que cette pression n'ait pas lieu, on emploie ordinairement des pompes qui aspirent le gaz qu'elles renferment.

On purifie l'hydrogène carboné avec l'eau de chaux qui s'empare de l'hydrogène sulfuré et du gaz acide carbonique. Il est bien essentiel de le dépouiller de ces deux derniers gaz, mais surtout de l'hydrogène sulfuré, le plus pernicieux de tous les gaz, puisqu'il suffit d'un 800.e pour asphyxier sur le champ l'homme le plus robuste, c'est-à-dire, que si on versait un pied cube d'hydrogène sulfuré dans un espace de 800 pieds cubes rempli d'air atmosphérique l'homme qui s'y trouverait périrait immédiatement. (c) Ce n'est point seulement par la respiration que ses effets délétères se manifestent, c'est encore par le simple contact. On s'en est convaincu par l'expérience faite sur un lapin, il y a

(c) ~~On~~ avait dit que cette quantité ferait périr un cheval; mais c'est une ~~erreur~~ méprise, il en faut 1/250 pour un cheval, et 1/500 seulement pour un veau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4e. Leçon.

à quelques années ; on enferma une
Seule patte de ce pauvre animal dans
une cuve pleine d'hydrogène sulfuré
& il mourut néanmoins au bout de
quelques minutes. [Ces moindres parcelles
On reconnaît facilement la présence
de l'hydrogène sulfuré dans l'hydrogène
carboné, au moyen de la cerure ; n'y
eût-il qu'un 200,000e de ce 1er gaz,
la cerure noircit très-promptement.

Pour que l'eau de chaux s'empare
plus facilement & se sature de cet
hydrogène sulfuré ainsi que de l'acide
carbonique, on l'agite par des moyens
mécaniques. On emploie, au reste,
divers procédés pour obtenir cette
saturation. Il y a des usines où
l'on se sert d'une espèce de cascade
chimique, c'est-à-dire, que l'on fait
parcourir par l'eau plusieurs surfaces
parcourues en même temps par les
produits gazeux, procédé analogue à celui
de l'évaporation en grand dans des
à l'usine royale de Tarare,

#bâtimens de graduation. On peut aussi favoriser la
saturation au moyen d'une pompe aspirante qui diminue
la pression à laquelle les gaz sont soumis.

de ce gaz qui s'échapperait
des conduits répandrait donc
une odeur infecte & tout-à-fait
insupportable. Il est vrai
que lorsqu'il brûle, son odeur
ne se fait pas sentir ; mais
il en résulte un autre inconvénient
non moins grave dans l'un des
produits de sa combustion, le
gaz acide sulfureux, qui est
également irrespirable, et
qui altère les objets avec les-
quels il est en contact,
principalement les métaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dirigée par Mr Bérard, on use d'un procédé très-ingénieux pour la purification de l'hydrogène carboné. Il consiste à mettre dans les tuyaux de conduite des bottes de foin ou de paille mouillées (mais non prestées) et chargées de plusieurs couches de chaux en poudre. Les gaz traversent ces bottes, et comme les points de contact sont très-multipliés, l'hydrogène sulfuré et l'acide ~~sulfurique~~ carbonique se combinent avec la chaux, substance pour laquelle ils ont beaucoup d'affinité. On renouvelle les bottes de paille chaque fois qu'on charge les cornues. (d)

S'il restait de l'acide carbonique avec l'hydrogène carboné, cela ne produirait d'autre effet que de nuire un peu à l'intensité de la lumière, et d'augmenter le volume de la flamme; il n'est donc pas indispensable de l'enlever entièrement.

Il faut que les réservoirs soient spacieux, parce que la quantité

(d) Le procédé usité à l'usine anglaise de Paris pour l'absorption de l'hydrogène sulfuré est, dit-on, bien préférable à celui de l'usine royale; mais les Directeurs ou les propriétaires de cet établissement en ont fait un mystère jusqu'à présent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4.e Leçon.

De gaz qui se dégage des corps est très-variable. Il faut aussi que ce gaz y subisse une pression constante, afin d'en sortir avec régularité.

Les réservoirs sont ordinairement en fonte, et garnis de goudron tant intérieurement qu'extérieurement. Comme ils sont très pesans, on est obligé d'employer un contrepoids pour les élever lorsque le gaz y arrive; sinon ils exerceraient une trop forte pression sur ce gaz qui, par conséquent, ne pourrait les soulever. Ces réservoirs ne sont autre chose que de vastes cloches de fonte. ~~La tôle vaudrait mieux; ils en seraient beaucoup plus légers.~~

Le réservoir plonge dans une cuve ou une citerne pleine d'eau et d'une dimension proportionnée à celle du réservoir. La citerne est préférable, à moins que la cuve ne soit solidement cerclée, comme sont celles de fonte dont les cercles se touchent et ont dix lignes d'épaisseur; (0.m 023 environ)

Car

car elles renferment une immense quantité d'eau dont la pression sur leurs parois augmente en raison du diamètre. La cuve de l'usine du Luxembourg en a fourni un exemple, il y a quelque temps; elle s'est brisée par l'effet de cette pression latérale et il en est résulté des accidens assez graves, une inondation dans le quartier, et ce qu'il y a de plus fâcheux, des hommes ~~ont été asphyxiés~~. M. Clément, qui s'était aperçu que la cuve était mal cerclée, avait pourtant prédit cet événement. A Londres, la plupart de ces citernes sont en fonte.

On estime que les tuyaux qui conduisent le gaz aux différens lieux de consommation à Londres, occupent une étendue de plus de 500 milles (environ 180 lieues); aussi cette entreprise emploie-t-elle des capitaux énormes.

Le cuivre et le zinc ne valent rien pour ces tuyaux, à cause de l'ammoniaque et de l'hydrogène sulfuré qui peuvent se trouver mêlés avec le gaz oléfiant et qui

†† qui travaillaient dans l'égout voisin où l'eau s'est écoulée, ont été asphyxiés par l'hydrogène sulfuré dont elle était chargée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

altèrent promptement ces deux métaux. Il vaut mieux y employer le plomb, le fer ou l'étain. Ce dernier métal convient mieux pour les tuyaux de l'intérieur des maisons, vu la facilité avec laquelle il se plie. (e)

La pression étant ordinairement l'équivalent de 12 à 15 lignes d'eau dans les réservoirs, les becs qui en seront les plus voisins consommeront environ 4 pieds cubes de gaz par heure, et les plus éloignés 3 pieds seulement, parce que la pression est moindre. Elle est différente même dans l'état de repos. A Paris, elle est toujours moindre à l'extrémité qu'à la source. (f)

(e) Il y a des usines où l'on fait passer le gaz dans des vases contenant de l'acide sulfurique qui s'empare de l'ammoniaque. Ne suffirait-il pas de le faire passer dans de l'eau, puisque ce liquide a la propriété de dissoudre environ 430 fois son volume de gaz ammoniac ?

(f) 12 à 15 lignes = 0.m027 à 0.033. Or, une pression d'eau de cette hauteur n'équivaut qu'à 1/370 ou 1/303 de la pression atmosphérique; $\left(\frac{10000}{27}\text{ ou }\frac{10000}{33}\right)$; elle serait presque nulle. N'est-ce pas une pression de 12 à 15 lignes de mercure qu'on a voulu dire ? Encore serait-ce fort peu de chose, car elle n'équivaudrait qu'à 1/28 ou 1/23 de celle de l'atmosphère. $\left(\frac{760}{27}\text{ ou }\frac{760}{33}\right)$ — C'est bien 15 lig. de

Le pied cube = environ 33 décimètres cubes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'après les renseignemens donnés par M. Gérard, dont il est parlé ci-dessus, la pression est de 35 lignes (0.m 079) à la barrière des martyrs où est située l'usine royale, et elle n'est que de 23 lignes (0.m 052) en bas de la rue du même nom. Cela doit être ainsi, parce que l'hydrogène carboné étant moins dense que l'air atmosphérique, tend sans cesse à s'élever comme les aérostats; c'est pourquoi il convient de placer un magasin de gaz le plus bas possible, afin que les consommateurs éloignés soient toujours assez abondamment pourvus.

Une précaution essentielle consiste à avoir soin que tous les vases dans lesquels passe ou est contenu le gaz, tels que les cornues, les tuyaux de conduite, ceux de distribution, les réservoirs &.a soient sans aucune solution de continuité, car les fluides élastiques s'échappent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par les moindres fissures.

Ce sujet qui devait être épuisé dans la leçon de ce jour ne l'étant pas encore nous y reviendrons dans la prochaine séance.

(V. aussi la 4e Du Cours de l'année suivante.)

Chimie appliquée aux arts.

Lundi 20 Xbre 1824.

5e Leçon.

De l'emploi du gaz de la Houille. – Des divers produits de la distillation de la houille. – Résultats pécuniaires.

Formules écrites sur le tableau.

1.° Compte de l'éclairage au gaz de la houille.

	a Glasgow.	a Paris.
Etablissement.	1,313,400 f	1,300,000 f
Dépense annuelle.	en 1820.	présumée.
Houille.	80825 f c	3400,000 H.aux à 55 f le mille. = 187000 f
Cornues.	10500. "	21600.
Ouvriers	3882 f. "	30000.
Administration.	1135 f. "	25000.
Menues dépenses	2695 f. "	20000.
Total	168,450. "	283600.
Produits.		
Lumière	2400 becs à 106.50. 285,600 f	2400 becs à 78.25. 187,800.
Coke	7,450.	78,400.
Vieilles cornues	350.	3,600.
Goudron &a	1,275.	1,200.
Casuel. loyer de maison	3,300.	"
	267,975.	271,000.
Bénéfice	99,525	Perte. 12,600.
C'est environ	7.38 p% (*)	outre les intérêts du cap.al de l'établissement et le fonds d'amortissement

(*) Effectivement $\frac{99525}{13134} = 7.58$. Cependant on n'a porté le dividende qu'à 7.2 dans la formule suivante, peut-être à cause de quelques dépenses éventuelles omises ci-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Dividende Anglais.

Bath.	4 9 s 0.	A new-york, les bénéfices sont égaux entre eux, comme de 6 à 5 qu'à Bristol. (20 x 6 = 120)
Bristol.	10.	
Birmingham	6. 6.	
Edimbourg	7.	
Glasgow	7. 2.	
Liverpool	10.	
Westminster.	8.	

3° Comparaison des luminaires.

Chandelle de Suif.	0.f 180	Prix courant de dépense d'une heure pour une lumière égale au gaz et constante.
Cire.	0. 994.	
Lampe à mèche plate.	0. 074	
id d'Argand.	0. 056.	
id de Carcel.	0. 051.	
Gaz de l'huile	0. 050.	
Gaz de la houille.	0. 050.	

4° Eclairage de la grande poste de Londres par le Gaz de l'huile.

Nombre de bec 420. Etablissement 37500 f

Dépense par { l'huile 70000 f / le gaz 50000.

Différence 20000. d'où il y a divers frais à déduire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'examen de la théorie de l'éclairage, seul objet dont il a été question jusqu'à présent, doit se terminer dans cette séance.

A la fin de la précédente, il a déjà été dit quelque chose sur le mode de distribution du gaz & on en a fait sentir l'importance.

Pour régler cette distribution, les directeurs des usines se servent d'un instrument qu'ils nomment Gaz-mètre, et non gazomètre, autre instrument connu en Physique. Le premier est une cavité cylindrique avec un axe horizontal; il y a dans son intérieur une roue dont l'axe est concentrique, et qui a trois cavités également concentriques. On remplit d'eau le cylindre jusqu'à une hauteur convenable, la moitié, un peu plus ou moins, ce qu'on reconnaît au moyen d'un trou à sa partie supérieure; la roue est à moitié plongée dans l'eau. Le gaz qui entre dans le cylindre fait tourner la roue & s'échappe par une autre issue d'où il passe dans les tuyaux de distribution. Une aiguille qui se meut sur un cadran placé à l'une des surfaces extérieures du cylindre, fait connaître le nombre de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

litres de gaz qui le traversent. Il y en a du diamètre d'un mètre où il passe 100,000 pieds cubes de gaz par jour. (environ 2850 mètres cubes). L'action de cet instrument est indépendante de la surveillance du chef ou des ouvriers de l'atelier; c'est un compteur exact du gaz; il fait connaître avec beaucoup de précision la quantité de gaz fournie par une quantité donnée de charbon & celle qui se consomme.

Un dessin de ce gazomètre ne pourrait en donner qu'une idée imparfaite; il faudrait en voir le mécanisme intérieur pour le bien comprendre. Le modèle que le professeur a mis sous nos yeux, mais dont on ne voyait que l'extérieur, avait la forme d'une pendule; il était surmonté d'une petite colonne creuse avec robinet & bec de lumière, pour éclairer au besoin.

Le mouvement des voitures est très-nuisible aux tuyaux de distribution dans les rues sans trottoirs; les chocs réitérés qu'ils éprouvent les ébranlent et les détériorent en peu de temps;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

particulièrement aux endroits des soudures; il en résulte des pertes de gaz, comme on le reconnaît facilement, d'ailleurs, à l'odeur qui s'en exhale, là où sont les ruptures, ce qui exige de fréquentes réparations; cet inconvénient est bien plus rare à Londres où toutes les rues ont des trottoirs sous lesquels sont placés les tuyaux. Il n'en est pas de même à Paris.

Les principaux tuyaux de distribution doivent avoir un grand diamètre. Ici, ils en ont un de 8 à 9 pouces, (?? à 24 centimètres) ce qui suffit tout au plus pour une consommation de 2400 becs. En Angleterre, il y en a de 36 pouces. (près d'un mètre)

Dans les petits tuyaux, la pression doit être au moins de 15 lignes; (33 millimètres) elle diminue dès qu'il y a écoulement de gaz. Quand plusieurs becs sont alimentés par le même tuyau d'un petit diamètre, quelques-uns peuvent éprouver des variations de lumière, par suite d'une insuffisance de pression.

Les considérations sur la pression du gaz, sur le diamètre des tuyaux de distribution et sur les choses qu'ils éprouvent s'appliquent également

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5e leçon.

à la conduite des eaux. En général, ils sont trop étroits à Paris. On parle en ce moment d'un projet d'une conduite d'eau.

Dans l'éclairage par le gaz, les becs de lumière sont un objet d'une haute importance. On a fait beaucoup d'essais à cet égard; aussi sont-ils déjà bien perfectionnés. On leur donne maintenant une forme conique; elle vaut mieux que la forme cylindrique; il en résulte une économie de 20 p% sur la consommation du gaz. Malgré ces perfectionnemens, tous les efforts doivent encore être dirigés vers le même but, la construction des becs. C'est l'emploi du gaz qu'il faut soigner et non sa production, car il n'y a plus rien à désirer sur ce dernier point.

La distillation de la résine paraîtrait devoir être beaucoup plus avantageuse que celle de l'huile pour l'extraction du gaz; cependant les essais qu'on en a faits à Paris ont été infructueux, malgré le bas prix de cette substance qui ne coûte guères que 20c le kilogme, et dont les élémens sont, à

†† dont les tuyaux principaux, qui formeront une ceinture autour de cette ville, auront 1m 5 de diamètre. On en évalue la dépense à 30 millions de francs.

très-peu de chose près, dans les mêmes proportions que ceux de l'huile. Il est vrai que le prix pourrait en augmenter, s'il s'en faisait une plus grande consommation.

On a reproché plusieurs inconvéniens à l'éclairage par le gaz; les plus graves sont une lumière trop éclatante, sa mauvaise odeur, les dangers d'une explosion &c. ; mais il est facile de répondre à ces objections.

1°. On peut aisément diminuer l'éclat de la lumière avec un écran, un globe, un verre dépoli, & même en modérant l'écoulement du gaz.

2°. L'odeur de l'hydrogène carboné n'est pas agréable, il est vrai; mais elle n'est pas nuisible comme lorsqu'elle est mêlée avec l'hydrogène sulfuré dont on a fait connaître les qualités vénéneuses (V. la 7e. addition à la 8e. leçon) jeudi dernier. ~~(V. t. 3).~~ Au reste, on le dépouille de ce dernier gaz avec de bons appareils de purification, comme on l'a dit aussi dans la même leçon. Ensuite, l'odeur de l'hydrogène carboné ne se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fait sentir que quand il se dégage sans brûler ; hé bien ! alors on ferme le tuyau de conduite avec un tour de robinet.

3.° Les dangers d'une explosion n'existent que dans les cas où l'hydrogène carboné est mêlé avec l'air atmosphérique dans les proportions requises qui sont 4 parties de ce dernier fluide pour une de l'autre, et encore faudrait-il, pour déterminer l'explosion, enflammer ce mélange avec une lumière ; mais outre que l'odeur du gaz avertit de sa présence dans l'air, et par conséquent donne les moyens d'y remédier, il est presque impossible que le mélange se trouve dans les proportions sans lesquelles il n'est pas fulminant. En effet, supposons un salon de 20 pieds de long, 12 de large & 12 de hauteur, sa capacité, remplie d'air atmosphérique est de 2880 pieds cubes = 20 × 12 × 12 (environ cent mètres cubes) ; qu'il faille, pour l'éclairer pendant

toute une soirée d'hyver de 8 heures, 180 pieds cubes (environ 6 mt. cb.) de gaz qui suffiraient pour 20 becs, à 38 litres chacun par heure; tout ce gaz se répandit-il dans le salon, il n'y aurait pas actuellement de détonation, parce que le mélange serait loin d'être dans les proportions nécessaires, puisqu'il faudrait 720 pieds cubes (près de 25 mt. cb.) d'hydrogène carboné pour qu'elle eût lieu. Ainsi, cette crainte peut être regardée comme chimérique. On a cité, il est vrai, quelques accidens de ce genre qui ont eu lieu à Londres; mais ils sont très-rares & n'ont jamais eu de résultats bien fâcheux. D'ailleurs, on ne peut les attribuer qu'à l'imprudence, car on voit, d'après ce qui est dit ci-dessus, qu'il est très-facile de s'en préserver.

On a demandé s'il n'y aurait pas aussi danger de détonation en ouvrant trop rapidement le robinet; non, il n'y en aurait pas, parce que le gaz se refroidit sur le champ par sa dilatation, & la flamme s'éteint.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§2.

5e leçon.

Ce qu'on entend par valeur calorifique du gaz dont on a donné les indications dans (V. la 2e formule) la leçon précédente, (V. la 2e leçon.) rentre dans la Théorie de la chaleur; il en sera plus amplement parlé Jeudi prochain. Aujourd'hui on se borne à dire qu'un éclairage de 3 heures par un seul bec de gaz de charbon procure autant de chaleur que 1 K 8 de bois. (V. le 2e alinéa de la 6e Leçon.) C'est un des points de vue les plus avantageux de l'usage du gaz. On peut même dire qu'il donne plus de chaleur que cette quantité de bois, parce qu'elle est répartie également dans l'appartement éclairé, tandis qu'une partie de celle que produit le bois se dégage par la cheminée; car on c'est un résultat purement théorique auquel il est inutile de s'arrêter.

* a supposé dans cette comparaison que la combustion du bois a lieu dans une pièce sans cheminée, d'où sa chaleur ne peut par conséquent pas plus se dégager au dehors que celle du gaz. Au surplus,

Il y a une grande différence dans la quantité de gaz fournie par tel ou tel charbon; elle varie de 150 à 300 litres par Kilogramme, (V. la 6e formule de la 2e leçon.) la cause en est dans la différence de proportions des élémens du charbon.

L'un des produits (utiles) de la distillation, outre l'hydrogène carboné, est le goudron; il est composé de deux substances dont l'une est très-volatile; c'est une huile (a)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

essentielle qu'on appelle naphte ; on la brûle à Londres dans quelques réverbères. On l'emploie aussi, depuis quelque temps, à dissoudre la gomme élastique, ~~dont on se~~ sert de cette dissolution pour vernisser les étoffes & les rendre imperméables à l'eau.* ~~La matière fixe~~ du goudron est une espèce d'asphalte ou de bitume dont on peut faire un mastic également imperméable à l'eau. On prépare ce mastic en faisant cuire l'asphalte jusqu'à consistance de poix, et en le mêlant ensuite avec 3 parties de craie de Meudon ; on coule le mastic sur le plâtre en appuyant avec un rouleau ; il en résulte un enduit qui devient très-dur & très-compacte. Le professeur s'en est servi pour couvrir deux terrasses, et cela lui a coûté moins que le quart du prix d'un autre enduit fait avec le bitume naturel ; celui-ci aurait coûté au moins 1800.fr et celui du goudron n'est revenu qu'à 400.fr à raison de 13.fr 50.c le mètre carré, la terrasse ayant environ 13 millim. d'épaisseur.

l'ammoniaque & le ~~muriate~~ carbonate de cette base qui se produisent aussi durant la distillation du charbon, n'en forment qu'environ 1/2 gr. o/o ; c'est trop peu pour qu'il soit utile de les recueillir. D'ailleurs, toutes les houilles ne contiennent pas de l'azote, un des éléments de l'ammoniaque ; ce gaz n'y est donc qu'accidentel.

* Les vêtemens faits avec les étoffes ainsi vernissées ont l'inconvénient d'être trop chauds. On y a remédié pour les manteaux, au moyen de quelques trous sur les épaules, afin que l'air puisse s'y introduire, mais pour que la pluie n'y pénètre pas, ils sont recouverts par un collet mobile. C'est à M. Mackintosh qu'on doit cette invention. (a)

(a) L'ammoniaque dissout la caoutchouc mieux que les huiles et coûte beaucoup moins. (C.r.t. 38, p. 248.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

54.

5.e Leçon.

Nous voici maintenant à la question la plus intéressante de l'éclairage par le gaz, à celle des résultats pécuniaires pour ceux qui exploitent cette branche d'industrie.

On a vu, par les indications sur le tableau, que les entreprises de ce genre, en Angleterre, procurent toutes des bénéfices, variables à la vérité, et qu'en France au contraire elles doivent éprouver des pertes. (V. les 1.e & 2.e, ~~formules~~)

Avec un peu de réflexion, on comprend aisément que cela devait être ainsi. Une chose économique dans un lieu ne l'est pas toujours dans un autre; la situation influe considérablement sur les entreprises commerciales; c'est, sans doute, ce qui ne s'est pas présenté à l'esprit de ceux qui ont importé en France ce mode d'éclairage; ils se sont imaginé qu'il leur serait aussi lucratif qu'en Angleterre. Mais dans ce dernier pays la matière première, le charbon, est à très-bon marché et l'huile coûte cher; en France c'est le contraire; le charbon n'y est à bas prix

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'aux lieux où il y a des mines de ce combustible; partout ailleurs il est beaucoup plus cher qu'en Angleterre, à cause des frais de transport; Londres est la seule ville où il coûte le plus, parce que les impôts y sont de 20 p.c. Quant aux autres provinces qui n'en produisent pas, elles le reçoivent à peu de frais, au moyen de la navigation. Outre celle des côtes qui est prodigieuse, celle de l'intérieur est bien supérieure à la nôtre; leurs canaux & leurs fleuves sont couverts de bateaux; l'activité commerciale y est aussi bien plus grande. Ainsi, c'est un faux préjugé que d'avoir cru que cette spéculation serait avantageuse à ceux qui s'y livreraient en France. Il faut bien se garder de ce fol enthousiasme des nouveautés; c'est le bon qu'il faut prendre, adopter, et non ce qui est nouveau. Et lorsqu'on s'est malheureusement livré à une entreprise qui devient désastreuse, il est sage d'y renoncer le plutôt possible. Notre professeur nous a raconté, par forme de digression, qu'il s'est trouvé dans ce cas-là. Il avait établi, il y a quelques années, une distillerie d'après un procédé nouveau qui lui avait

BIB CNAM RESERVE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'abord procuré quelques avantages, mais qui fut bientôt imité; son établissement lui étant alors devenu onéreux, il y renonça de suite & le fit détruire. Pendant qu'il s'occupait de cette démolition, il reçut la visite d'un de ses amis qui lui en manifesta son étonnement & qui lui dit qu'il n'avait jamais pu se résoudre à en faire autant du sien, quoiqu'il y perdit 500 f. par jour; il n'avait cessé que par suite de l'expropriation obtenue contre lui par ses créanciers auxquels, ajouta-t-il, il avait les plus grandes obligations, parce qu'il était ainsi préservé d'une ruine totale. Cette manière de voir est malheureusement celle d'un trop grand nombre de manufacturiers qui possèdent d'ailleurs, toutes les connaissances nécessaires à leur état. Ils devraient, en outre, avoir toujours les yeux sur les résultats positifs des entreprises auxquelles ils se livrent. Dans le compte de l'éclairage sur le tableau, (V. la 1.e formule) on n'a eu que des données incertaines & peut-être inexactes relativement à l'établissement français; un chef même d'atelier ne pourrait en fournir de positives. Quant à celles de

l'établissement de Glasgow, elles ont été puisées dans les comptes imprimés des Compagnies. Ces comptes présentent en outre des renseignemens très-détaillés & très-intéressans sur l'éclairage par le gaz; on en trouve également dans un ouvrage fort étendu de M.r Sakonn Accum sur cette matière.

Le coke, résidu de la houille après la distillation, fait environ les 0.6.e du poids de la houille. A Paris, on en brûle la moitié dans les fourneaux de cette distillation, & on vend le reste à raison de 42 à 44.f les 1.s hectolitres pesant 600 K.mes (A)

Le Goudron forme les 0.04 du charbon; il est composé d'un 1/4 de naphte & 3/4 de bitume. Il ne se vend guères que 0.20.c le Kilog.e (B)

(A) ainsi, 1.s hectolitres de charbon doivent peser 1000 K.s si le poids du coke = 0.6 du poids du charbon; et 3,400,000 K.s distillés dans une année doivent donner 2,040,000 K. de coke, dont la moitié = 1020,000. à 44.f les 600.K, ne produiraient que 74800.f En 1826 on a
3,400,000 X 0.04 = 136000.K de goudron qui, à 20.c le Kilog.e, devraient produire 27200.f

(B) si on le vendait 60.f la voie, rendu à domicile. Il y aurait plus d'avantage à brûler de la houille de frene qui ne coûte que 45.f la voie ou 1200 K. Cette houille ne fait pas plus de fumée que le coke. Quelques brasseurs s'en servent pour torréfier l'orge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§8. 5e leçon.

Un capital placé dans une usine de ce genre devrait rapporter au moins 10 cp% , comme en viager, vu les chances à courir. C'est donc une entreprise désastreuse à Paris dans l'état actuel des choses ; mais il faut dire aussi que les consommateurs payent trop peu. Le prix n'est pas proportionné à la supériorité de l'éclairage par le gaz ; l'intensité de la lumière est non seulement plus considérable que l'autre ; elle est encore sensiblement constante, tandis que celle des lampes diminue sans cesse. Il serait donc de toute justice d'augmenter le prix du bec de gaz. Un entrepreneur a obtenu, dit-on, 0.06c par bec & par heure ; c'est déjà une petite amélioration ; mais cela ne suffit pas encore pour qu'il puisse se soutenir. Ce serait dommage qu'on fût obligé de renoncer à ce mode d'éclairage. (c)

(c) 350 jours à 4 heures l'un, terme moyen, = 1400 h.
& 1400 × 0.06c = 84f prix du bec pour une année. La somme de 78f.28c indiquée au Compte (V. la 1re formule) ~~(illegible)~~ porte à 0.056 le prix du bec par h. = 7828/1400 ; d'où il suit que le prix en fut que de 5c par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On croit que le gaz de l'huile serait plus économique que celui du charbon outre qu'il a des qualités qui le rendent préférable dans plusieurs circonstances, et particulièrement pour les lampes portatives.

Manchester est un des pays auxquels l'éclairage par le gaz a été le plus profitable. Les nombreuses & importantes manufactures de cette riche ville n'étaient éclairées autrefois que par des chandelles; aussi la qualité d'une partie de leurs produits était-elle bien inférieure à ce qu'elle est maintenant. Un éclairage mesquin a été remplacé par un autre d'une lumière tellement abondante qu'elle se répand au loin dans les campagnes environnantes. La dépense, il est vrai, en est augmentée;

---

heure, comme il est dit dans la 3.e formule, il faudrait 1865 heures de lumière dans l'année = 7822. Ce nombre d'heures n'est peut-être même pas encore suffisant, car dans l'été il y a au moins 3 heures d'éclairage par jour & dans l'hyver au moins 7. Cela ferait une moyenne de 5 heures par jour & plus de 1800 jours l'année, parce que, dans presque toutes les maisons qui en usent, on s'éclaire tous les jours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais elle est largement compensée par les résultats des travaux.

Dans la prochaine séance, on commencera l'examen de la Théorie de la chaleur ou de la combustion appliquée aux arts; c'est un objet des plus importans.

(V. les 4.e & 5.e leçons du Cours de l'année suivante.) V. aussi la 6.e

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S1 61.

Chimie
appliquée aux arts.
—
6e Leçon.
—

Jeudi 23 Xbre 1824.

Théorie de la chaleur. — Valeur calorifique de divers combustibles.

Formules tracées sur le tableau.

—

1°. Pyrotechnie.

Valeur Calorifique des combustibles.
Construction des fourneaux. { partie chimique. / partie mécanique.
Emploi de la chaleur des fourneaux.
Chauffage d'eau.
Vaporisation d'eau. Divers usages de la vapeur. — Théorie de la puissance mécanique de la vapeur. — Distillation Principes. — Alambics. — Evaporation Principes. — Séchoirs.
Fourneaux à haute température. — Métaux — Verre &c.
Chauffage des appartemens.
Moyens d'obtenir du froid.

—

2°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2.e Formule.

Une calorie = la chaleur de 1° (C.) X 1 K.me d'eau.

Un K.me de glace fondue = 75 Calories.

Valeur calorifique des combustibles usuels.

		Glace fondue.	Calories.
1 K.me de	Hydrogène =	295.K	22125.
	charbon de bois sec.	94.	7050.
	ug ordinaire à 0.15 d'eau.	80.	6000.
	Coke pur	94.	7050.
	ug à 0.10 de cendres.	84.60.	6345.
	Houille à 0.025 de cendres	94.	7050.
	ug à 0.20 ug	76.80.	5932 ou plutôt 5760 = 76.80 X 75.
	Bois sec = 0.52 de charbon.	48.88.	3666.
	Bois à 0.20 d'eau.	38.41.	2945 ou plutôt 2880 = 38.41 X 75
	Tourbe. 1a meilleure.	30. "	2250.
	ug Bonne.	26.60.	2000.
	ug Mauvaise.	15. "	1125.

N.a Il y avait une 3.e formule très-étendue sur la Combustion du charbon dans l'air; mais elle renfermait plusieurs inexactitudes, et elle a été remplacée par celle du même titre à la leçon Suivante. Au reste, elle est transcrite textuellement avec les rectifications qu'elle nécessitait, dans les questions soumises à M. Clément par ma lettre du 27 X.bre 1824.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avant d'entrer en matière, le professeur a annoncé que M. Leblanc, dessinateur du Conservatoire, se proposait d'ouvrir un cours de dessin appliqué aux machines; il aura lieu 3 fois par semaine, au Conservatoire même. Ceux qui désireront le suivre, sont invités à s'adresser à M. Leblanc pour s'entendre avec lui sur l'heure & le prix.

Il a aussi fait connaître une erreur qu'il a commise dans une des indications du tableau, à la séance de Jeudi dernier, et qu'un de ses auditeurs lui a signalée le Lundi suivant. C'est à l'occasion de la chaleur produite par le gaz du charbon, qu'il avait dit être, pour un seul bec pendant une soirée de 4 heures, égale à celle que donneraient 12.K 1/2 de bois environ; (V. la 3.e formule de la 1.re leçon.) ~~K. 29 le 3.e~~ la quantité de bois ne doit être que de 1.K 8, ce qui est encore beaucoup. L'erreur provient de ce que le multiplicateur de l'oxigène absorbé n'est que de 187 $ = 75 X 25 au lieu de 1927 $ = 75 X 257. Il remercie celui qui la lui a fait remarquer, et il applaudit fort à son discernement. (V. aussi la note A dans les questions soumises à MM. Clément, à la fin du volume.)

Le même jour, Lundi, après la leçon, on lui a remis une note d'où il résulterait que l'exploitation du gaz de la houille procure des bénéfices à Paris. Il ne lui a pas été possible d'en vérifier le contenu; mais il apprendrait avec plaisir qu'il s'est trompé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en nous présentant cette spéculation comme désavantageuse. (V. la 5.e leçon, 1.re formule.) Il invite donc la personne qui lui a venir la dite note à venir en converser chez lui.

La Science de l'application de la chaleur aux usages domestiques, dont nous avons à nous occuper maintenant, est d'un intérêt immense; on peut évaluer à des centaines de millions les avantages qu'elle devrait procurer à la France. Son étude exige donc la plus grande attention. La série des sujets qui la composent & qui seront traités successivement a été indiquée sur le tableau. (V. la 1.re formule intit: 1.re rotation.) Aujourd'hui, nous examinerons la valeur calorifique des combustibles. (V. la 2.e formule.)

Il est bon d'avoir présentes à l'esprit quelques notions fondamentales sur l'essence de la chaleur; cependant il est assez indifférent de savoir si c'est un fluide matériel ou immatériel. Le nom calorique, mot nouveau adopté par quelques physiciens pour désigner ce fluide dont l'existence n'est pas encore bien démontrée,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est trop métaphysique pour devoir être employé ici. (a) La chaleur est ce qui echauffe ; voilà la seule définition convenable.

La chaleur a plusieurs sources ; elle peut être produite par une action chimique ou mécanique, par la combinaison ou par le frottement. Ce dernier moyen est quelquefois très-puissant, ainsi que l'ont démontré quelques expériences de Rumford, et est parvenu à faire bouillir une très-grande quantité d'eau contenue dans une cavité au milieu de laquelle était autri un canon que l'on forait. Mais ces sortes d'expériences ne sont que curieuses ; le seul moyen économique de produire la chaleur est la combustion.

L'intensité de la chaleur est déterminée par la quantité d'oxigène absorbé ; elle n'est pas la même pour les divers combustibles indiqués sur le tableau (V. la 2.e Leçon). Elle est proportionnelle, pour chaque combustible, à la quantité de ce combustible, et par conséquent à celle de l'oxigène qu'exige sa combustion.

(a) Les physiciens distinguent deux choses dans la chaleur, la cause et l'effet. Ils donnent à la cause le nom de calorique, et à l'effet celui de chaleur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6.e Leçon.

Le charbon de bois est le combustible le plus pur ; cependant son pouvoir absorbant est bien moindre que celui de l'hydrogène. Il ne contient guère que 0.02 de matières étrangères et terreuses qu'on nomme cendres ; le coke en a davantage outre les substances gazeuses dont il n'est pas entièrement dépouillé.

Ce qui donne à la houille une valeur calorifique égale à celle du charbon de bois le plus sec, est dû à l'hydrogène qu'elle renferme.

Il faut encore distinguer dans les corps soumis à l'action de la chaleur la différence de capacité qu'ils ont pour cet agent. Par exemple, le thermomètre indique bien l'intensité de la chaleur du corps avec lequel il est en contact ; mais il ne fait pas connaître la quantité de celle que ce corps a absorbée pour parvenir à cette intensité. Ainsi, le thermomètre plongé dans un vase d'eau à zéro et dans du sable à 20.°, indiquera successivement ces deux températures, mais si on mêle les 2 corps, à poids égal, leur température ne se partagera pas, et le thermomètre qu'on plongera dans le mélange accusera plus ou moins de 10.° qui seraient pourtant le terme moyen des deux températures primitives.

MM. Laplace et Lavoisier ont imaginé un instrument très-ingénieux qu'on nomme Calorimètre, avec lequel on détermine la capacité des corps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour la chaleur. On peut se le figurer comme un vase de glace à la température de zéro; si l'on y met 1 K.me d'eau à 75.o cette eau fondra 1.K de glace, et les deux Kilog.rs de ce liquide auront la même température, celle de zéro. Si au contraire on y met 1.K de mercure aussi à 75.o, il ne fondra que 1/33 de glace, environ 0.030 grammes; on en conclut que la capacité du mercure pour la chaleur n'est que le 33.e de celle de l'eau. Un K.me de fer ne fondrait qu'un 8.e de glace, la chaleur #

Cette capacité peut être comparée à l'élasticité des gaz qui, nonobstant la différence de leurs pesanteurs spécifique, exercent la même pression sur le baromètre. C'est ainsi que deux baromètres placés, l'un sous une cloche pleine d'hydrogène, l'autre sous une cloche pleine d'air atmosphérique, s'élèveront tous deux à 0.mt 76., quoique l'hydrogène soit près de 15 fois moins dense que l'air.

L'unité de masse qu'on emploie pour considérer les quantités de chaleur est un K.me d'eau. Ce qu'on appelle

Spécifique de ce métal étant huit fois moindre que celle de l'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande Calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour fondre un K.me de glace elle équivaut donc à 79.c puisqu'ainsi qu'on vient de le dire, il faut un K.me d'eau à cette température pour opérer la fusion du K.me de glace. La petite Calorie est la quantité de chaleur qu'il faut pour élever d'un degré la température d'un K.me d'eau. (~~V. 61.~~) v. la 2.e formule

On obtient la plus haute température possible avec le chalumeau de Newman ~~oxhydrique~~ formé de deux tuyaux concentriques ~~contenant~~ donnant passage l'un à un mélange d'oxigène et d'hydrogène comprimés dans un réservoir. Lorsque ce mélange est enflammé à son issue il forme un dard de flamme concentré, de la plus grande énergie. Pour prévenir une explosion à laquelle rien ne pourrait résister si la flamme pénétrait dans le réservoir, on met ~~un~~ plusieurs morceaux de toile métallique au dessus ou au dessous du robinet par lequel les gaz sortent du vase; cette toile fait l'office de la lampe de Davy employée dans les mines. On en met jusqu'à 30 disques.

C'est en faisant fondre de la glace dans le calorimètre avec cet appareil, qu'on a reconnu qu'un K.me d'hydrogène peut en fondre 29 K.mes (~~V. la 2.e formule~~) ~~V. 61.~~ Le produit de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la combustion de cet hydrogène est de l'eau qui se vaporise sur le champ, vu la très-haute température qu'elle éprouve, et qui contribue aussi à la fusion de la glace. C'est le seul moyen d'évaluer avec précision la quantité de chaleur absorbée par les corps.

La combustion du charbon avec le concours de l'oxigène en fait fondre beaucoup moins, parce que l'acide carbonique qui se forme fait cesser la combustion, et aussi parce que le charbon absorbe bien moins d'oxigène que l'hydrogène. (6)

Les conditions de la combustion n'influent pas toujours sur la quantité de chaleur. Par exemple, une quantité donnée de combustible qu'on brûle en une minute ou en une demi-heure, donnent la même quantité de chaleur, quoique la température soit très-élevée dans le 1er cas et très-basse dans le second; mais les résultats sont loin d'être les mêmes dans les arts ou dans l'économie domestique. En outre, la #

La qualité des combustibles est très-variable; aussi les déterminations qu'on a données sur le tableau concernant leur valeur calorifique sont-elles un

quantité de chaleur produite par le rayonnement latéral est bien faible, comparée à celle du rayonnt. vertical ascendant, et surtout à celle qui reste dans le foyer de la combustion. La sensation de chaleur qu'on éprouve dans ces divers cas est très-différente.

(6) L'hydrogène absorbe 8 pces d'oxigène en poids, et le charbon 2.61. 11,1 : 88,9 :: 1 : 8 et 0,277 : 0,723 :: 1 : 2.61.

Bib CNAM

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6.e Leçon.

peu vague. La houille brûle difficilement dans le calorimètre de glace cela rend l'expérience compliquée et pénible. Il en est à peu près de même avec le bois.

A poids égal & lorsqu'ils sont également secs, le bois dur & le bois blanc donnent la même quantité de chaleur; il n'y a de différence que dans leurs propriétés physiques et non dans les propriétés chimiques, car toutes les espèces de bois sont composées de 52 parties de charbon & de 48 d'oxigène et d'hydrogène dans les proportions requises pour la formation de l'eau. On pourrait l'appeller hydrate de carbone; C'est donc par analogie qu'on a déterminé la valeur calorifique de ce combustible & d'après la quantité de charbon qu'il contient. (c)

les résultats de sa combustion sont de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique. C'est

Tous les combustibles ne sont pas propres à tous les usages. Un brasseur, par exemple, préférera le charbon au bois pour sécher le malt, parce qu'il ne

(c) En effet, 100 : 94 :: 52 : 48.88. (v. la 2.e p.

faut ni flamme ni fumée. Dans d'autres circonstances, le bois sera préférable au charbon.

La tourbe est le combustible dont le # pouvoir calorifique est le plus faible; mais les résultats de sa combustion sont les mêmes, car elle est composée des mêmes éléments.

L'anglais William Congrève, célèbre par ses fusées, s'était imaginé qu'il augmenterait la puissance calorifique de la houille en y mêlant des pierres calcaires; mais c'était une idée fausse. Il en résultait même un déchet qui n'était pas compensé par la valeur de la chaux produite. Il est impossible de créer de la chaleur; on ne peut que l'obtenir avec un combustible dont la valeur calorifique est déterminée; on peut en tirer un plus ou moins bon parti, mais non pas l'accroître.

Dans la prochaine leçon, nous nous occuperons de la construction des fourneaux &a. objet auquel se rattache plus spécialement la dernière des formules écrites sur le tableau. (d) ~~(t. le d°. f. 62.)~~ Il ne faut par conséquent pas la perdre de vue. Elle fait connaître les rapports de l'oxigène & de l'air, ainsi

(d) C'est celle qui a été annullée et remplacée par la 5ème à la leçon suivante; mais elle est rapportée en entier dans les questions que j'ai soumises à M. Clément avec ma lettre du 27 X^bre (V. à la fin du volume.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les quantités de ces deux fluides employés dans la combustion, et principalement dans celle du charbon. A cette immense quantité d'oxigène absorbée par les combustibles usuels, il faut encore ajouter celle qui est absorbée par d'autres voies; mais aussi il en existe une source ~~tout-à-fait~~ inépuisable dans l'atmosphère. (A)

(A) V. à la fin de ce volume, ~~p. 203 et suivantes~~ (le 27 Xbre 1824) la lettre et les notes que j'ai adressées à M.r Clément Desormes sur les six leçons précédentes. V. aussi la réponse qu'il y a faite, ~~p. 85.~~ au commencement de la 8.e Leçon.

On emploie avec succès un jet de vapeur d'eau dans le tirage des cheminées. (Ann. du Comm.e 1826 p.r 33.)

Chimie
appliquée aux arts.

7e Leçon.

Lundi 27 Xbre 1824.

Suite de la chaleur. — Des moyens de tirer le meilleur parti possible de la combustion.

Formules et figures tracées sur le tableau.
(V. fig. Nº 2.)

Combustion du charbon dans l'air.

1.K de charbon absorbe 2.K66 d'oxigène = (air) 11.K40
= 8.m.c77 à 0.° = 9.m.c12 à 10.°55. = 10.m.c environ, en été.

Nota. Après avoir tracé cette formule, le Professeur a dit qu'elle remplaçait la 3e de Lundi dernier où il s'était trompé dans les évaluations. ~~(4.6.64.)~~ On doit donc regarder l'autre comme nulle; celle ci-dessus dit tout ce qu'il importe de savoir.

Problèmes de pyrotechnie.

1.° Chauffer au bouillon 4000 K.es d'eau en une heure.
Chaleur = 4000. K pour une température. X 100.° = 400000. calories = $\frac{400\,000}{7050}$ =
56.K74. de charbon (Théorie) = 114.K en pratique.

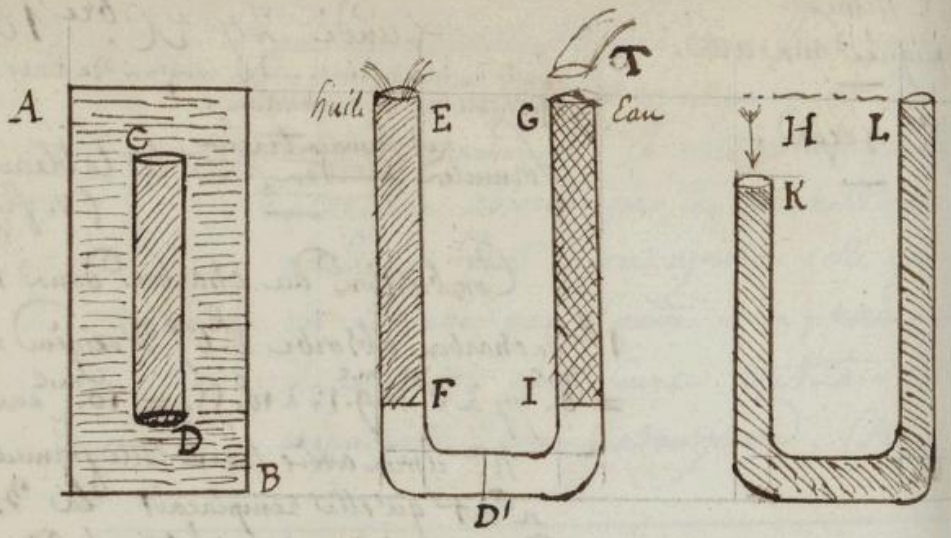
2.° Vaporiser 600 K.es d'eau par heure.
Chaleur = 600.K X 650. calories = 390,000 calories
= $\frac{390000}{3000}$ = 130.K de bois (Théorie) = 195.K en pratique.

3.° Fondre 1000 K.es de suif par heure.
Chaleur { (chauffant jusqu'à la fusion) + fusion. + (portant le liquide à 100.°) } = 1000 X 100 calories.
= 100000 calories = $\frac{100000}{650}$ = 154.K° de vapeurs =
$\frac{100000}{3000}$ = 33.K de bois (Théorie) = 49.K en pratique.
Minimum de la tourbe = $\frac{100000}{1500}$ = 67.K

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

7e leçon.

Fig. N°. 2.



Chute des corps.

Espace parcouru après une ″ = 4m. 9044.
Vîtesse (acquise par ″) . = 9. 8088.
Vîtesse en général = $\sqrt{19.62 \times H}$ par ″

H exprime la hauteur.

A B. Vase rempli d'eau.

C D Tube plein d'huile, au milieu de ce vase.

E F G I Tube recourbé dont la branche E F est pleine d'huile et l'autre pleine d'eau. La partie inférieure du tube I F est vide. On la chauffe

D'. Diaphragme séparant les deux liquides, lorsque le tube est plein.

T Tuyau fournissant de l'eau constamment.

K L autre tube recourbé plein d'un liquide quelconque et dont la branche K est plus courte que l'autre.

H Excédant de longueur de la branche L, ou différence de niveau.

L'explication de ces figures a été donnée dans le courant de la leçon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Jeudi dernier, nous avons examiné les moyens d'évaluer la puissance calorifique de divers combustibles; on a défini ce qu'on désigne sous les noms de grande et petite Calorie; la 1.re est la grande unité de chaleur; la 2.de en est la petite unité. (~~V. la 6.e Leçon~~) Il est indifférent d'adopter l'une ou l'autre; mais il importe beaucoup d'avoir une idée nette de la puissance calorifique dans la construction des fourneaux.

Aujourd'hui nous nous occuperons de quelques problèmes de pyrotechnie avec lesquels il faut se familiariser. Ces sortes de connaissances doivent être fort utiles, et pourtant sont très-peu répandues; on ne les trouve dans aucun livre; elles n'ont pas encore été l'objet des recherches des savans.

Le charbon formant la plus grande partie, en poids, de tous les combustibles, c'est celui dont il faut considérer les effets.

La meilleure combustion qu'on puisse obtenir a lieu quand le charbon est saturé complétement de l'oxigène de l'air. Si il n'en était pas saturé, il s'en gazéifierait une partie sans production de chaleur; outre l'acide carbonique qui résulte de la combustion complète du charbon, il se formerait aussi de l'oxide de carbone, gaz qui possède la propriété

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de s'enflammer de nouveau et qui serait emporté dans l'atmosphère. Cependant il ne faut pas non plus un excès d'oxigène ou d'air dans la combustion, car elle en serait plus rapide qu'il ne conviendrait, et une partie de la chaleur produite serait enlevée par l'air brûlé & sans utilité pour l'économie domestique. Il convient donc de déterminer les justes proportions de l'oxigène à absorber ; or, la chose est d'autant plus facile que ces proportions sont invariables ; elles sont de 2.K 6 S. d'oxigène pour un Kilogramme de charbon, ainsi qu'il l'a indiqué sur le tableau. (V. la 1.e formule) ~~page 37~~ la température de 10.° SS. aussi indiquée comme moyenne dans cette formule est celle qu'on éprouve en tout temps à une certaine profondeur, comme dans les caves de l'observatoire à Paris, dont la profondeur est de 30 mètres.

Il importe d'avoir égard à toutes ces considérations dans la construction des fourneaux ; il y a fort peu de constructeurs qui les connaissent ; aussi en résulte-t-il ou moins de chaleur produite ou une dissipation inutile. La plus grande quantité de chaleur à produire utilement dépend, par conséquent, de la quantité précise

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'oxigène absorbée par le charbon; cette quantité, on le répète, est de 2K 6g. pour un Kme. de ce combustible.

Le premier problême de pyrotechnie transcrit ci-dessus, (K. les formules) s'applique à l'ébullition de l'eau. On veut faire bouillir 4000 Kg. de ce liquide, & on veut savoir combien il faudra de charbon pour y parvenir.

L'ébullition de l'eau a lieu à la température de 100°; ainsi 4000 Kg. × 100° = 400000 K. × 1° ou 400000 petites calories. Nous savons qu'un Kme. de charbon produit, par la combustion complète, 7080 calories semblables; donc, en divisant le nombre de celles que exige l'ébullition de 4000 Kg. d'eau par celui de 7080, le quotient donnera le nombre de K. de charbon nécessaire pour opérer cette ébullition: $\frac{400000}{7080} = 56^{K}74$. Voilà la quantité de charbon qu'il faudrait en théorie; mais en pratique il en faut environ le double, parce que les 7080 calories d'un Kme. de charbon représentent le maximum de la chaleur qu'il produit, & que ce maximum ne peut jamais être employé entièrement. La chaleur rayonnante est perdue pour l'opération, et il est absolument impossible de s'y opposer; on ne peut qu'en atténuer les effets. Par exemple, si les parois du fourneau enveloppent toute la superficie extérieure de la chaudière, on perd moins de chaleur; le rayonnement latéral en emporte moins. Une autre cause de perte de chaleur est dans les produits gazeux, acide carbonique et azote qui s'échappent par la cheminée et qui nécessairement sont chauds. Toutefois, comme on l'a

dit plus haut, lorsque la quantité d'oxigène n'est pas en excès, ils n'importent que la quantité de chaleur dont il est impossible de les priver. En général, il ne faut pas compter sur la production de plus de 3000 calories par K.me de charbon, ni sur l'absorption de moins de 20 mètres cubes d'air pour en opérer la combustion complète (V. la 9.e leçon.)

Les chaudières étant ordinairement cylindriques ou sphériques, il importe d'avoir un moyen facile d'en connaître la capacité. Les artistes & les ouvriers en ont un très-simple qui n'est pas employé par les géomètres; il est dans le rapport connu du cylindre et de la sphère au cube; ce rapport = 0.785 pour le cylindre & 0.52 pour la sphère, (a) le cube étant représenté par l'unité.

Dans le second problème de pyrotechnie, (V. les formules) il s'agit de savoir combien il faut de combustible pour faire vaporiser 600 K.rs d'eau.

(a) Supposons un cube de 10 mètres, un cylindre de 10 mètres de hauteur et 10 de diamètre, et une sphère du même diamètre.

Le cube = 10 X 10 X 10 = 1000 mètres.

Pour le cylindre, quand le diamètre = 10, la circonférence = 31.416; ainsi, sa Solidité = 31.416 X 2.5 X 10 = 785.4.

Pour la sphère, la circonférence de l'un de ses grands cercles = 31.416 et sa Surface = sa circonférence X son diamètre = 314.16; donc sa Solidité ou sa capacité = 521 = cette Surface X 1.66 ou le tiers du rayon.

Par conséquent, ce cubage des ouvriers est très-approximatif.

La fraction décimale de 0.785 remplace l'ancienne fraction ordinaire de 11/14 qui exprime le rapport du cylindre au prisme quadrangulaire de même hauteur et d'une base où pourrait être inscrite celle du cylindre. L'autre fraction décimale de 0.52 remplace également celle de 11/21 exprimant le rapport d'une sphère au cube de son diamètre; mais $0.52 = \frac{13}{25}$. Or, la différence entre 11/21 et 13/25 est de 2/525 en moins dans la dernière fraction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La vapeur d'eau a une température de 650°. en chaleur latente ou manifeste, quoique le thermomètre qu'on y plonge n'indique que 100°; c'est une des propriétés de cette vapeur; Donc 600 K.mes X 650°. produiront 390 000 Calories. D'un autre côté, 1 K.me de bois ayant 20 % d'humidité, comme celui qu'on vend ordinairement dans les chantiers donne environ 3000 calories; (V. 6e Leçon 2e formule) Ainsi, $\frac{390000}{3000} = 130$ K.mes de bois qu'il faudrait, suivant la théorie, pour obtenir cette vaporisation; mais de même qu'avec le charbon ou la houille, toute la chaleur développée par la combustion du bois n'est pas employée utilement; il y a une perte inévitable pour les mêmes causes. Cependant elle est moindre parce que la flamme du feu de bois s'élève jusqu'aux parois de la chaudière; autrement faut-il pas, dans la pratique, doubler la quantité de bois comme celle du charbon; il suffit d'y ajouter la moitié. On peut par conséquent faire vaporiser 600 K.mes d'eau avec 195 K.mes de bois. (b) Il convient d'ajouter que ces quantités de combustibles sont celles qu'il faut lorsqu'on veut produire en une heure les résultats énoncés, car la durée de l'opération est aussi un de ses élémens. Si on voulait les obtenir en une demi-heure, il faudrait une quantité double de combustible, et un foyer ainsi que des chaudières d'une étendue proportionnée.

Le 3e problème est plus compliqué; il est relatif à la fusion du suif. (V. les formules.)

Pendant la fusion d'un corps, il absorbe une chaleur que le thermomètre ne peut pas indiquer; telle est la glace;

(b) Avec du charbon, il en faudrait 55 K. 32 = $\frac{390000}{7050}$ en théorie, et 110 K.mes en pratique, ou même 130 à 3000 calories par K.me; maintenant pour employer l'un ou l'autre de ces combustibles, il faut savoir si 110 K.s de charbon coûteront plus ou moins que 195 K.mes de bois. Le charbon doit coûter davantage, surtout s'il en faut 130 K à 5 f.s le q.al métrique. (V. la note suivante.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du moment où elle commence à fondre jusqu'à ce que sa fusion soit complète, elle est à la température de zéro. Le suif est dans un cas analogue.

D'après des expériences faites avec du suif à 10° dans le calorimètre de glace dont il a été parlé précédemment, (V. la 6e Séance) il y a autant de chaleur que dans une semblable quantité d'eau à la même température. Cela fera donc 100000 calories pour 1000 Kmes de suif; et $\frac{100000}{650} = 154$, c'est-à-dire qu'on peut opérer la fonte de cette quantité de suif avec une quantité de chaleur qui ferait vaporiser 154 Kmes d'eau, puisque le nombre 650 est celui des calories d'un Kme de vapeur d'eau. Il ne faudrait par conséquent que 33 Kmes de bois en théorie $= \frac{100000}{3000}$ et environ 50 en pratique, ce qui ne coûterait que 1.25 à Paris même. (C)

Toutes ces connaissances sont indispensables à ceux qui entrent aujourd'hui dans la carrière de l'industrie; il faut donc les acquérir et sur tout en faire de judicieuses applications. En les négligeant, on s'exposerait à des pertes inévitables.

L'action des cheminées (leur tirage) est le moyen le plus généralement employé pour déterminer la combustion; il est préférable aux soufflets. Quand on connaît bien cette action, on sait combien on emploie d'air pour opérer la combustion, et ce qu'il faut pour l'obtenir aussi avantageuse que possible.

Ces considérations sont fort importantes, et cependant elles étaient ignorées ou du moins n'étaient connues que d'un petit nombre de personnes avant

(C) C'est à raison de 2.50c le quintal métrique = 2 9tes poids de mare; il coûte un peu plus dans les chantiers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'institution du cours du Conservatoire où elles ont été présentées au public pour la première fois.

Les figures tracées sur le tableau (V. fig. N°. 2) peuvent donner une idée du mouvement de l'air dans les cheminées; on a supposé des liquides dans les vases, parce que l'ascension des fluides élastiques est un fait hydraulique analogue à celle des liquides.

Lorsque les liquides sont de densité différente, comme l'huile et l'eau dans le tube E F G I, si cette différence est telle qu'elle fasse compensation avec une autre quantité de liquide que contiendrait un espace égal à la différence de longueur ou de niveau du tube L K, le mouvement aura lieu et un liquide remplacera l'autre. Il en est de même de l'air intérieur d'une cheminée relativement à l'air extérieur.

Supposons encore que le tube Siphon E F G I est plein de mêmes liquides dont chacun occupe une partie égale du tube, et qui sont séparés par un diaphragme placé en D'; Si l'on ôte ce diaphragme, l'eau, comme liquide plus dense, poussera l'huile et la forcera de sortir par l'orifice E, Si en même temps le tuyau T verse constamment dans le siphon une quantité d'eau égale à celle qui remplace l'huile et qui équivaut à la différence de leur densité : Si, en outre, nous supposons que cette eau remplaçant l'huile se transforme elle-même en huile, dès qu'elle a passé le lieu du diaphragme, il y aura un écoulement constant d'huile en volume égal à celui de l'eau fournie par le tuyau. La théorie du passage de l'air dans les cheminées est tout-à-fait analogue à cette hypothèse; l'air chaud ou intérieur est figuré par l'huile, l'air froid ou extérieur par l'eau, le foyer par le diaphragme; la partie du siphon occupée par l'huile représente la cheminée; l'autre partie représente la source de l'air froid. Ici,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la transformation de ce fluide est réelle & continue, par son passage dans le foyer.

La vîtesse d'écoulement des liquides est égale à celle d'un corps tombant de la même hauteur à la surface de la terre. On la considère en général comme exprimée par la racine quarrée du nombre 19. 62. multipliée par la hauteur. Ainsi, supposant la différence de densité égale à une différence de niveau d'un mètre, la vîtesse d'écoulement du liquide moins dense sera de 4.m 5 par seconde = $\sqrt{19.62 \times 1}$. Elle serait un peu moins; mais dans l'industrie, on ne recherche pas une exactitude de mathématique dans les opérations de ce genre. Cependant il est bon de se familiariser avec les formules géométriques. (d)

L'écoulement de l'air par l'action des cheminées a la même vîtesse dans les mêmes circonstances. Les développemens à donner à cet égard seront l'objet de la prochaine séance.

(V. la 7.e leçon du Cours de l'année suivante.)

(d) Effectivement le quarré de 4. 5 = 20. 25 et la racine quarrée de 19. 62 = 4. 43. La différence est donc peu de chose.

$\sqrt{19.62 \times 4.904} = 9.808$ 5 4.m 904 = l'espace parcouru pendant la première seconde par un corps tombant librement et perpendiculairement en vertu de l'action de la pesanteur; 9.m 808 = la vîtesse acquise par cet corps après

$19.62 = 4.904 \times 4 = 9.808 \times 2$

fin de la 1.re seconde de sa chute.

Les rapports de ces nombres avec celui de 19. 62. sont assez remarquables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

62 83.

Chimie appliquée aux arts.

8e Leçon.

Jeudi 30 8bre 1824.

Suite de la chaleur. — De l'influence de l'air sur la combustion. — Des fourneaux et cheminées.

Formules et figures tracées sur le tableau et qui ont servi de texte à la leçon. — (V. la fig. N°. 3.)

1.° Ascension de l'air pur dans une cheminée.

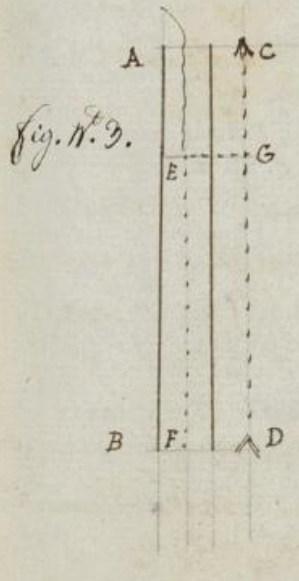


fig. N°. 3.

Cheminée AB = 20 mètres.
Air extérieur, Temp.re 0° Densité = 1000.
Air intérieur, Temp.re 100° Densité 1000/1375 = 0.710. (ou bien 0.727.
CD Colonne extérieure = 20.mt 20.mt
EF Colonne int.re = 20 X 0.710 = 14.20. (ou 20 X 0.727 = 14.54)
CG différence ou pression = 5.80. ou bien 5.46.
Vitesse par " = $\sqrt{19.62 \times 5.80} = \sqrt{113.79} = 10.66$.
ou $19.62 \times 5.46 = \sqrt{107.13} = 10.35$.
Côté du carré de la cheminée = 0.mt 50.
Section m 0.50 X m 0.50 = m.ca. 0.25. Surface de cette section.
Cube ou volume d'air monté en 1" = 10.66 X 0.25 = 2.66 (ou bien 10.35 X 0.25 = 2.59. m.cub.

2.° Saturation de l'air par le charbon.

1 mc. cb. d'air = { azote 0.79 = 0.K 996 ; oxigène 0.21 = 0.302. }

Charbon = $\frac{0.302 \times 273.60}{726.40}$ .... = 0.114. { 0.416 d'acide carbonique.

à la temp.re de zéro. 1.412 = un mètre cube d'air saturé de charbon ou air brûlé.

3.° Ascension de l'air saturé de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8e leçon

Charbon.

Air extérieur, Temp.re 0° Poids = 1298. Densité = 1000.
Air brûlé ug ug = 1412 ug = 1088
Densité à 100.° = 1412/1375 = ug = 1027 ug = 791
Colonne extérieure = ... 20.mt
ug intérieure = 20 × 0.791 = 15.80
Différence ou pression 4.20.

Vitesse par " = √(19.62 × 4.20) = √82.40 = 9.07.
Section de la cheminée = 0.28 m.ca.
Cube d'air monté = 9.07 × 0.28 = 2.27 m.cb.

4° Cheminée ronde. Diamètre 0.mt 60.
Cube d'air par monté = 2.66 × 0.785 = 2.088. (a)
ug brûlé ug = 2.27 × 0.785 = 1.782.

(a) 0.785 : 1000 :: la Surface du cercle : au carré où ce cercle est inscrit. Soit le carré = 7 × 7 = 49.
Soit le diamètre du cercle = 7 et sa circonférence = 22
Sa Surface sera = 22 × 1.75 = 38.5. Or,
49 : 38,5 :: 1000 : 0,785.

5° Cheminée descendante. Hauteur 20.mt
Colonne extérieure à 0° = ... 20.mt
ug intérieure à 0° = 20 × 1.088 = 21.76.
Différence ... 1.76.
Vitesse = √(19.62 × 1.76) = √34.53 = 5.87. #
l'air brûlé qui n'est refroidi qu'à 21.° va autant que l'air pur à zéro ; ainsi la vitesse serait nulle.

Air passé en 1" par une section de 0.mq.28 = 5.87 × 0.25 = 1.47 m.cb.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6.° Chaleur perdue par une cheminée.

Charbon brûlé en une heure 20.K pr. une machine de 6 chevaux. (Woolf)
Air équiv. à 15.°, environ 240.K en une h = 4 kg. = 240/4 = 60.K
d'eau à la température de 100.°

Chaleur développée 20 × 7050 = 141 000 calories
Chaleur perdue 60 × 100 = 6000 calories. (*)

~~(*) A 11.K 40. d'air par K.me de charbon, 20.K = 228 d'air. V. 6.73, mais il ne faut pas s'arrêter à ces petites différences,~~
1000 mt. cub. d'air à 0.° =, en poids, 1375 kil. cb. d'air à 100.° (a)

(*) V. la note d à la fin de la leçon.

(a) Cette différence de pesanteur détermine la vitesse du courant ascendant, et peut dispenser quelquefois d'élever les cheminées à de grandes hauteurs.

Avant d'expliquer les formules ci-dessus qu'il venait de tracer, le professeur a annoncé à l'auditoire qu'il avait reçu, de l'un de ses, deux lettres dans l'une desquelles on lui a soumis un assez grand nombre de réflexions sur l'objet des leçons précédentes. (b) Ces réflexions qu'il dit avoir lues avec le plus grand plaisir, lui ont paru venir de quelqu'un qui suit ses leçons avec beaucoup d'attention. Il convient que les différences qu'elles signalent peuvent exister dans les comptes qu'il nous a présentés; mais il croit devoir répéter que son cours exclut

(b) ~~Ces lettres sont de mon~~ V. ces Lettres (*) à la fin de ce Volume ~~I. 200.~~

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'exactitude mathématique, et qu'il suffit d'avoir des approximations. C'est perdre son temps que de pousser les calculs jusqu'aux fractions; car les circonstances changent à chaque instant; on n'a pas deux fois le même problème à résoudre. Ce cours n'est pas scientifique; il faut donc en écarter toute étude spéculative et se livrer le plutôt possible aux applications. C'est surtout aux jeunes gens qu'il adresse ce conseil. Ceux qui se destinent aux professions industrielles ne sauraient trop se pénétrer de cette nécessité d'en venir de bonne heure à l'application des principes qu'il nous expose; s'ils laissent gagner l'âge de 30 ans sans s'y livrer, il sera trop tard.

Il a cité les deux exemples suivans à l'appui de ce qu'il venait de dire sur l'utilité des applications.

1°. Un manufacturier était indécis sur la question de savoir lequel était le plus avantageux d'employer de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

houille ou du bois dans ses ateliers; le premier de ces combustibles coûtait 35 f. le millier, et l'autre 8 f. le stère, dans le pays où il était. D'après ce qui a été dit précédemment, la réalisation de la valeur calorifique du bois étant des 2/3, tandis que celle de la houille n'est que de moitié, (~~V. la 7e. leçon. 4. f. 79~~) et vu les prix respectifs de l'un et de l'autre, il était évident qu'il y avait (au moins) 50 pr. % de bénéfice en substituant le bois à la houille. (C)

2°. Un autre manufacturier désirait construire un vaste bâtiment pour une filature de coton près d'une petite chute d'eau qu'il voulait utiliser et dont

---

(C) houille. le millier = 10 q.x mtq. $\frac{35}{10}$ = 3 f. 50 c. le q.
bois. un stère = 6 q. env. $\frac{8}{6}$ = 1.33 q.
Un K. houille = 7050 calories; donc 1000 X 7050 = 7050000 dont la moitié = 3025000 = valeur calorifique réalisable.
Un K. bois = 3000 calories; 600 X 3000 = 1800000 dont les 2/3 = 1200000 = valeur calorifique réalisable.
Or, 3025 : 1200 :: 35 : 13,88. Ainsi, puisque ce qui devrait coûter 13.88 n'en coûte que 8, il y a effectivement un bénéfice de 50 pr. % et même quelque chose de plus.

NB. Le Stère = mètre cube, ou 1000 K. d'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il se promettait de grands avantages. La filature devait être de 50 000 broches pour laquelle il fallait une force motrice de 60 à 70 chevaux. Celle de la chute d'eau équivalait à 12 chevaux, et il aurait fallu pour le surplus, une machine à vapeur égale à 50 chevaux qui aurait coûté environ 60,000 f. par an, à 12 50 f. l'un. Le manufacturier n'avait pas prévu cette énorme dépense; il en fut effrayé lorsqu'on lui en fit la remarque; mais on lui fit en même temps entrevoir la possibilité de réunir plusieurs courans pour en former une seule chute qui tombera sur une roue de 5 pieds de large et qui suffira pour la filature. Il a suivi ce conseil & s'en est bien trouvé.

Les cas de ce genre sont très-fréquens.

Le Professeur a aussi fait part d'une autre lettre dont l'auteur se dit chargé, au nom de plusieurs personnes, de l'engager à suivre dans ses leçons une méthode dont il lui trace quelques règles fondées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur sa propre expérience. M.r Clément le remercie de son conseil, tout en déclarant qu'il ne peut pas en profiter.

Il faut se rappeler que son cours, comme il vient de le dire, n'est pas scientifique, et qu'il n'est, par conséquent, susceptible d'aucune méthode. C'est, dit-il, un ensemble de parties sans liaison, mais qui peuvent et doivent trouver leurs applications dans un grand nombre de circonstances de l'économie domestique & des arts; c'est là son objet spécial.

(a) [illegible]

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8e Leçon.

Nous avons déjà eu, dans la dernière séance, quelques notions sur le tirage des cheminées, sujet important dont nous avons encore à nous occuper dans celle-ci.

On a supposé qu'un tube rempli d'huile se trouve au milieu d'un fluide ambiant plus dense, tel que l'eau, qui entrerait dans ce tube et y remplacerait l'huile; (V. 7e Leçon et Fig. 17, 22.) l'air chaud, dans une cheminée, est, relativement à l'air extérieur, dans le même cas que cette huile; il y est, de même, pressé à la partie inférieure et à la partie supérieure. C'est ce qu'on a essayé de démontrer par la figure dessinée sur le tableau. (Fig. 21, 22, 23.) La colonne intérieure est égale en longueur à la colonne extérieure; mais en sa légèreté spécifique, on la représente comme comprimée et n'ayant que la longueur E F, qui serait celle d'une colonne extérieure de même poids; telle est la partie G D. La différence C G, dans une cheminée de 20 mètres de hauteur

a été reconnue = 5.80 mt ou 5.46 d'après la dilatation que fait éprouver à l'air intérieur une température de 100° qui diminue sa densité presque des 3/10. Cette différence est la pression motrice, la puissance génératrice de la vitesse; elle détermine l'écoulement de l'air chaud & son remplacement par un égal volume d'air froid.

(v. 1re fle.)

Ainsi qu'on l'a dit dans la leçon précédente, la vîtesse d'écoulement des liquides & des fluides élastiques, par seconde, = $\sqrt{19.62 \times}$ par la hauteur; dans le cas dont il s'agit ici, cette hauteur = 5.80; par conséquent, l'air chaud qui s'écoulera d'une cheminée de 20 mètres = 10 mt 66.; et si la cheminée a une ouverture d'un demi-mètre en tous sens, il y montera, par seconde, 2 mtb. 66. d'air. (v. 1re formule.)

La vîtesse d'écoulement de l'air augmenterait avec une cheminée plus longue, mais non pas proportionnellement à la longueur. Par exemple, que la cheminée ait 40 mètres au lieu de 20, la différence ou pression motrice sera

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien double autre, c.à-d. = 11.60; mais la colonne d'air écoulé ne sera pas de 21.32 = 10.66 X 2, parce que la vitesse n'augmente que comme les racines carrées des hauteurs de pression, elle sera donc

$= \sqrt{19.62 \times 11.60} = \sqrt{227.5920} = 15.08$

Enfin, avec une cheminée d'une hauteur #

D'après ces données, on voit aisément combien il doit passer de mètres cubes d'air dans une cheminée d'une capacité déterminée. Il en est de même pour les calorifères et les séchoirs; cependant, en général, on fait les ouvertures beaucoup trop petites. Notre professeur a fait deux remarques de ce genre, l'une dans les calorifères des loges des animaux du Jardin des plantes, l'autre, dans un séchoir à poudre en Hollande où il y avait un poêle chauffé au rouge; à la disposition du local il s'apperçut que la poudre devait sécher difficilement et il en fit l'observation à l'ouvrier chargé d'y veiller. Celui-ci lui

double, la vitesse d'écoulement de la plus haute est à celle de l'autre comme la racine quarrée de 2 est à 1. Or, cette racine = 1.414. Donc, dans le cas présent on peut dire: $x : 10.66 :: 1.414 : 1$ ainsi $x = 10.66 \times 1.414 = 15.07$. On pourrait même ajouter qu'elle est moindre, car l'air intérieur est d'autant moins chaud que la cheminée est plus élevée; sa densité se rapproche par conséquent davantage de celle de l'air extérieur, et la pression motrice en est diminuée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

répondit qu'effectivement elle séchait fort mal quelques jours auparavant, mais que la dessiccation s'opérait mieux depuis qu'il avait carré un carreau dont il n'avait rien dit pour qu'on ne le lui fit pas payer. Cette réponse prouve qu'il importe, dans les circonstances de cette nature de favoriser la circulation de l'air. Il faut donc multiplier les ouvertures destinées à l'écoulement de l'air chaud. En général le produit de la vîtesse par la section d'écoulement

La 2e formule du tableau fait connaître la composition de l'air saturé de charbon après la combustion; la 3e indique les circonstances de l'ascension de cet air saturé. ~~(V.t. 83 X 84.)~~

Dans la 1ère formule, on a supposé que l'air intérieur était de même qualité que l'air extérieur; c'est pourquoi la différence ou pression motrice = 5m.nt 80; mais l'air brûlé, à température égale est plus dense que l'air atmosphérique, à cause de l'acide carbonique qui en

exprime la quantité d'air écoulé. Si donc la vîtesse = 10 & la section = 0,5. la quantité = 10. X 0,5 = 5. Or, la chaleur spécifique de l'air n'étant que le quart de celle de l'eau, et en ne considérant leur densité que dans le rapport de 1 à 800, un poids donné d'air contient 3200 fois moins de chaleur qu'un semblable poids d'eau. Il s'ensuit qu'il faut que ces bouches de chaleur émettent une très-grande quantité d'air pour produire un effet sensible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forme un peu plus des 2/3 et qui
porte le poids de son mètre cube
à 1.K 112. au lieu de 1.K 298 qui est celui
de l'air atmosphérique; car il ne faut
intérieure d'air brûlé est donc plus
pesante, & la pression motrice, autrefois
une cheminée de 20 mètres, n'est plus
que de 4. 20. Ainsi, la vitesse de
l'air écoulé par # est réduite à 9.07
et le cube d'air monté à 2. 27.
(V. la 3e formule)

Si la cheminée est ronde et d'un
diamètre = à l'un des côtés du carré
de l'autre, = 0.m 80, on connaît de
suite par le rapport du cercle
au carré, rapport = 0.78 5, comme
on l'a déjà expliqué lundi dernier
(V. 7e leçon, note a)
quel sera le volume cubique
d'air écoulé en une seconde, pur
ou brûlé; c'est ce qui est indiqué
par la 4e formule. Il y en aura
2.088 m.cb. du premier & 1.782 du second
(V. la 4e formule)

par oublier que la combustion est une opération chimique; c'est une combinaison d'oxigène avec la vapeur du carbone, d'où résulte l'acide carbonique dont la densité est à celle de l'air à peu près comme 1. 5. est à 1. la colonne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a fait quelques essais de cheminées descendantes, notamment à l'un des bains Tigier sur la Seine, vis-à-vis les Tuileries. Il y a trois ans. Le tuyau de ces cheminées est d'abord ascendant, puis se recourbe horizontalem.t, & ensuite verticalement vers le sol. La disposition de ce tuyau a pour objet de refroidir l'air brulé en le faisant circuler dans un serpentin entouré de glace; mais pour que cela réussisse, il faut que l'air intérieur soit à la température de zéro; encore la vitesse d'écoulement est-elle bien restreinte & quelque soin qu'elle, comme cela est démontré dans la 5e formule, ~~(V. f. 84.)~~ où néanmoins l'on suppose que l'air # ~~est ce qu'on a~~ éprouvé aux bains Tigier; le foyer ne tirait pas et le feu s'éteignait de suite.

est saturé de charbon & par conséquent plus pesant; or, il n'est jamais saturé qu'à demi tout au plus. Sa densité est donc moindre, et il ne peut pas s'écouler. C'est ce qu'on a

Quelquefois on a de la fumée ou du moins on en ressent l'odeur sans faire de feu; cela a lieu surtout quand ~~la température de~~ l'atmosphère s'élève subitement & que l'air extérieur est plus chaud que celui des appartemens; il est aussi plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8e Leçon.

S'il s'introduit léger, et s'introduisant par les tuyaux des cheminées, il se charge de l'odeur de la suie. Ces phénomènes se produisent ordinairement au printemps.

Les matériaux des cheminées & la manière dont on les construit ne sont pas des choses indifférentes pour leur tirage; il est meilleur quand les parois sont épaisses. La colonne inférieure est moins refroidie par l'air ambiant. La hauteur y influe aussi beaucoup.

* C'est par la raison contraire, et faute de tirage, qu'on voit quelquefois des tuyaux de poêles qui laissent couler du bitume et de l'acide pyroligneux.

Les briques étant mauvais conducteurs de chaleur, elles valent beaucoup mieux que les pierres calcaires pour la construction des cheminées, surtout pour celles qui ne doivent recevoir que l'air nécessaire à la combustion. Les pierres calcaires qu'on y emploierait fendraient calcinées en peu de temps par la haute température à laquelle elles seraient exposées; à Paris c'est sans inconvénient, parce que la plupart des cheminées sont si fort trop grandes.

Il y a des ateliers dont les cheminées sont en métal, cuivre ou tôle. Ce procédé a ses avantages & ses inconvénients. Ceux-ci consistent en ce que les parois étant très-minces, et les métaux étant très-bons conducteurs du calorique, il se fait une plus grande déperdition de chaleur, et le tirage en est contrarié. Cependant ces sortes de cheminées peuvent convenir quelquefois

\# Lorsque les cheminées sont très-hautes, il convient de leur donner une forme pyramidale ou conique, tant intérieurement qu'extérieurement: la base doit être large & les parois peu épaisses. Alors, la vitesse d'écoulement variera avec ses diamètres; cependant il n'y passera pas plus d'air que dans une autre d'un diamètre égal dans toute la longueur & qui aura la même capacité; mais cette forme est un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

meilleur préservatif de la fumée; l'air extérieur a moins de force pour refouler la colonne intérieure de la cheminée. C'est seulement la vîtesse virtuelle de cette colonne qui est augmentée & non sa vîtesse réelle. Cette vîtesse virtuelle peut être définie une tendance à la vîtesse. Il y a en Alsace plusieurs cheminées de plus de 100 pieds de hauteur construites d'après ces principes.

Lorsqu'on veut diminuer la vîtesse d'écoulement de l'air dans une cheminée, il suffit d'en rétrécir le tuyau, ou d'en diminuer la hauteur & la section.

C'est une erreur de croire qu'il faille autant de cheminées que de fourneaux dans un atelier où ils sont rapprochés; une seule peut suffire pour autant de fourneaux qu'on veut, pourvu que sa hauteur & son diamètre soient proportionnés à la quantité d'air qu'exigent les combustibles qu'on y emploie. A Glasgow, il y a une fabrique de sulfate de soude où l'on

Construction des cheminées coniques ne sont pas rectangulaires; elles ont la forme de trapèzes. Les cheminées n'éprouvent pas l'influence des vents comme celles de petites dimensions et de forme cylindrique ou prismatique. Elles conviennent principalement dans les pays de montagnes, & peuvent mieux que aucune autre recevoir les tuyaux aboutissants de plusieurs fourneaux.

pour des ateliers susceptibles de changer de place, parce qu'elles sont d'un transport facile, tandis que celles en brique doivent absolument être abandonnées pour en reconstruire d'autres. On a proposé de couvrir la paroi int.e de celles en métal d'une couche d'argile qui les préserverait de l'action immédiate de la chaleur; mais cet enduit s'écaillerait bientôt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entretient plus de 100 fourneaux avec une seule cheminée qui a 175 pieds de haut, 60 de diamètre à la base, et 18 au sommet. Il y a encore dans cette cheminée un des canaux souterrains destinés à une distribution pyrotechnique pour l'évaporation du sulfate de soude; ces canaux sont disposés comme pour les distributions hydrauliques.

Lorsque un ou plusieurs fourneaux ne sont pas allumés, on ferme avec un registre. Il y a un

Dans le pays de Galles, il y a une autre manufacture bien plus curieuse; on y brûle dans plusieurs fourneaux aboutissant aussi à une seule cheminée, plus de 400000 K. de houille par jour. Qu'on juge de l'énorme quantité d'air brûlé qui doit s'échapper de cette cheminée! Mais aussi ses dimensions sont proportionnées à cet écoulement.

La dernière formule du tableau est relative à la chaleur perdue par les cheminées & principalement à celle qui est emportée par l'air

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brûlé, car cet air s'échappe avec une température qu'on évalue à 100°. Pour une combustion de 20 K. de charbon par heure, il y aura environ 2440 K.es d'air absorbé; mais la chaleur spécifique de l'air n'étant que le 1/4 de celle de l'eau, ces 2440 K. = 60 K. d'eau à 100° = 6000 calories (d) La chaleur développée par la combustion du charbon, 20 K.s, = 141,000 calories = 20 x 7050; celle enlevée par l'air étant de 6000, il devrait en rester 135000 à employer; cependant il y en a moins encore, par suite d'autres pertes inévitables. Ainsi, la déperdition totale de chaleur est ordinairement au moins du 6.e de la chaleur produite; dans l'exemple ci-dessus, cette perte serait donc d'environ 21000 calories. (V. ~~f. 85 pour~~ la 6.e 4.de formule.)

(d) 20 K.s de charbon exigent 53 K.mes d'oxigène pour leur saturation; un K.me d'air renferme 0.231 d'oxigène; ainsi, il faut près de 230 K. d'air pour fournir 53 K. d'oxigène. Mais comme l'air ne peut et même ne doit pas être complètement saturé de charbon, et qu'il en faut au moins le double de ce qui est rigoureusement nécessaire pour la saturation du combustible, la chaleur que cette quantité d'air emporte équivaut à 12000 calories, environ, au lieu de 6000. Le rayonnement de la chaleur et le contact des parois des fourneaux et chaudières sont les autres causes inévitables de sa déperdition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la navigation par la vapeur, on a reconnu que la cheminée nuisait à la marche du bâtiment, par la résistance qu'elle oppose au vent lorsqu'il est contraire. On a donc essayé d'y substituer, dans quelques bateaux, un ventilateur mis en mouvement par la puissance mécanique de la machine même. Il reste à savoir si cette modif.n est avantageuse ; le compte est encore à faire. (Leçon du 26 X.bre 1827.

V. la 11.e leçon du Cours de 1827 (18 Janv.

Idées sur une nouvelle disposition du foyer des poêles.

Les portes des poêles étant parallèles au foyer, l'air qui s'y introduit se dirige vers le combustible dans une situation horizontale ; il n'y en a par conséquent qu'une partie qui se trouve en contact avec le combustible et qui se sature de charbon. Si le foyer était plus élevé que la porte, l'air serait obligé de le traverser entièrement, et il en faudrait moins pour opérer une combustion complète.

(27 X.bre 1827.)

On peut mesurer la vitesse de l'air dans une cheminée, en jetant dans le foyer un mélange de poudre à canon et d'antimoine, dont la combustion produit une fumée blanche. On note exactement l'instant où elle se forme et celui où elle paraît au sommet de la cheminée, et on connaît ainsi le temps qu'elle a employé à la parcourir.

(29 X.bre 1827.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie
appliquée aux arts.

9e Leçon.

Lundi, 3 Janvier 1825.

Suite de la chaleur et de l'influence de l'air. — Des Soufflets de forge. — Du chauffage de l'eau.

Formules écrites avant la leçon.

1° Ascension de l'air à demi saturé dans une cheminée.

Air. 1 mt. cb saturé à zéro = 1.412 K D.té = 1088.
1 pour cg = 1.298. D.té = 1000.
1/2 pesant ---- 1.710.
1 ---------- = 1.355. = 1044.
à 100°. 1355/1375 ..... = 0.985 = 759.

Colonne extérieure 20 -- = 20. mèt
cg int.re 20 × 0.759 = 15.18.
Différence ou pression 4.82.

Vitesse par " 9.m7 = 97. D.mt. = √19.62 × 4.82.
Air passé en 1" = 9.72 × 0.25 = 2.42 (mt. cubes)

Avec une température intérieure de 200°, la vitesse = √19.62 × 8 = 12.m5.
Par conséquent, air passé en 1" = 12.5 × 0.25 = 3.mc.b 12.
(27 X.bre 1827.)

2° Soufflets de forge ordinaire.
Orifice. Diamètre = 2. ctm. (carré) (ronde) Surface = 4. = 3.14 = 4 × 0.785
Pression = 0.04 mt d'eau = 0.04 × 770 = 30.80 mt d'air.
Vitesse par " √19.62 × 30.80 = √604.28 = 24.60 mt
(Air sorti en une " = 24.60 × 3.14 = 0.m7724 = 7.litres72.

air sorti en 1' = 0.772 × 60 = 46.m3.2
en 1.h = 46.3.2 × 60 = 27.mc.792
Charbon brûlé par heure = 27.79/10 = 2.779 K.

~~(a) Il fallait 1355. = 2710/2.~~
~~(b) 1355. = 0.985. Donnait 0.759 = 1044/1375~~
~~1345 Mais 1044/1419 = 0.735.~~
~~(c) 20 × 0.759 = 15.18. Différence = 4.82.~~
~~(d) 10.2 = √19.62 × 5.2. Mais √19.62 × 4.82 = √94.57 = 9.72~~
~~Conclusion, ce ne sont là que de légères discordances.~~

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

9.e Leçon.

3.° Chauffage d'eau.

Effet demandé. 12 bains de 300.K par heure à 40.°
mais à 50.° d'abord.

Chaleur = 12 × 300 × 50.° = 3600 × 50 = 180,000 calories

Houille équiv.te $\frac{180000}{7050}$ = 25.K 50. (minimum)

Houille à brûler = 25.50 + $\frac{25.50}{2}$ = 38.25.K

Air équivalent = 38.25 × 10.m/m = 382.m/m 50

Avec double dose = 765 mt. c. par heure, et 0.213 par "

Hauteur de la cheminée = 20.mt Sa température = 100.

Vitesse de l'air = 10.mt 20.

Section de la cheminée = $\frac{0.213}{10.20}$ = $\frac{213}{102}$ = 2.07 Lit. Dmt. q.

Foyer pour la houille. Charge pour une heure
= 38.25 + $\frac{38.25}{4}$ = 47.75 Dmt. cb.

Hauteur de la houille sur la grille = $\frac{\text{Litre}}{\text{Dmt. q.}}$ = 0.5

Surface = $\frac{47.75}{0.5}$ = 95.50 Dmt. q.

Longueur = 1.mt Largeur = 0.955 m

4.° Chaudière.

Surface chauffée = $\frac{180000}{26000}$ = 6.92. mt. q.

Chaleur entrée par un mètre carré = 26000 calories

Capacité variable.

~~(a)~~ 1 × 0.995 = 0.995 de surface. C'est 0.04 de plus qu'à la ligne précédente. Au reste ces dimensions sont arbitraires, comme il est dit ci-après. (V. f. 116.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

9e leçon. 72 103.

Les notions sur le tirage des cheminées qui ont fait l'objet de la dernière leçon, a dit le professeur en commençant celle-ci, sont assez importantes pour qu'il ne soit pas hors de propos d'en rappeler quelques-unes, au moins sommairement.

Nous avons vu que la colonne de l'air intérieur ne peut faire équilibre avec celle de l'air extérieur, quoiqu'autri longue, à cause de la différence de densité; cette différence est considérée comme un déficit sur la longueur, et elle représente la pression motrice ~~ou la hauteur génératrice de la vitesse de l'air.~~ avec une cheminée de 20 mètres de hauteur, et l'air intérieur étant supposé des mêmes éléments que l'air extérieur, la pression = 5. 80; mais comme il faut avoir égard à l'influence de la saturation de l'air par le charbon, et à l'augmentation de sa densité ou de sa pesanteur, par l'effet de l'acide carbonique qui est un des éléments de l'air brûlé, la différence ou la pression est moindre; elle est réduite à 4. 20. (V. les formules 1°. 2°. 3°. ~~de la 2e leçon~~)

Cependant il est rare que l'air soit saturé de charbon; ~~on pourrait même dire que c'est~~ ~~il le contient même par qu'il le~~ impossible, soit-on observé, dans la construction des

9.e leçon.

fourneau, toutes les règles indiquées par la Théorie
parce que tout l'air qui passe dans le foyer
doit, pour obtenir toute la chaleur qu'il
ne peut pas se trouver en contact avec le
peut fournir le combustible, d'après des
charbon en ignition.
expériences d'analyse de l'air sortant
d'une cheminée dans cette dernière circonstance
pour en connaître le degré de saturation
on a constaté que la colonne intérieure
se composait moitié d'air brûlé, et moitié
d'air atmosphérique. Celui qui s'introduit
dans le foyer et dans la cheminée, n'est
donc qu'à demi-saturé de charbon
Les résultats de son ascension sont
indiqués dans la 1.re formule ci-dessus
(V. l. 104.) On y voit que sa vîtesse = $\sqrt{9.7}$ par sec.

Le moyen de recueillir de l'air
sortant d'une cheminée pour l'analyser
est très-simple; il suffit de porter à
son ouverture une bouteille pleine d'eau
d'un orifice un peu large, & de la vider
dans la cheminée; l'air qui s'élève y
remplace l'eau. On se contente, dans
l'analyse, de reconnaître ce que cet air
contient d'oxigène & d'azote; quant à
l'acide carbonique, on peut se dispenser
d'en déterminer la quantité qu'on
trouverait, d'ailleurs, peut-être moindre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'elle ne devrait être, parce que l'eau pourrait en dissoudre une partie.

On a conclu de ces expériences qu'il faut, pour avoir une bonne combustion, 1.° que l'air soit en quantité double de celle qui est rigoureusement nécessaire pour saturer le carbone du combustible; 2.° que la température du foyer soit très-élevée. La température de l'air brûlé ne doit pas être au dessus ni au dessous de 100.°, terme moyen; sinon, il y aurait perte de chaleur dans les deux cas; au dessus, l'air en emporte une portion qu'on aurait pu employer utilement; au dessous, le combustible ne se consume pas entièrement, ce qui est contraire au profit de l'économie domestique, car il se fait de l'oxide de carbone, substance gazeuse encore inflammable qui s'échappe avec les autres gaz.(a) Cependant, près du foyer, l'air est toujours à une température bien au dessus de 100.°; à l'ouverture de la cheminée, il est au dessous, et c'est vers le milieu qu'il est à la température moyenne. Mais pour avoir une juste compensation de température, il faut que la cheminée soit très-haute; c'est même une condition indispensable au bon tirage. Une autre

Chaleur qu'un combustible peut fournir, qu'il passe plus d'air que ce combustible n'en exige pour sa saturation.

(a) Il s'en forme aussi par suite de l'insuffisance de l'oxigène en contact avec le combustible en ignition, si la température est très-élevée, et par conséquent lorsque la cheminée ne reçoit pas une suffisante quantité d'air dans un temps déterminé. Il convient donc, pour obtenir toute la ##

9.e leçon.

Condition non moins essentielle est dans la section à laquelle il faut aussi donner des dimensions suffisantes. Il est même certain car où il est plus avantageux d'augmenter la section que la hauteur, par exemple, lorsque la cheminée est exposée à des vents impétueux, si on en augmentait la hauteur, ~~et non la section~~, un coup de vent pourrait la renverser; ici

Les principes de théorie générale qui ont été exposés jusqu'à présent, peuvent trouver leur application dans la construction des cheminées des appartements. En général, celles-ci ont des ouvertures beaucoup trop grandes; l'air qui s'y introduit occasionne une perte de chaleur.

Il y a quelque chose à dire relativement à l'influence des vents sur le tirage des cheminées.

Les vents ont presque toujours une direction horizontale; ils sont donc perpendiculaires au fluide qui se dégage verticalement d'une cheminée. Ainsi, lorsqu'ils passent sur le

(31 X.bre 1827.)

donc alors qu'il faut augmenter les dimensions des autres parties du fourneau, & surtout la section, afin qu'il puisse passer une suffisante quantité d'air; car il en faut, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant moins que la cheminée est moins élevée, attendu que la vîtesse de l'air augmente avec la hauteur de la cheminée.

Il y a pourtant des cheminées très-basses qui ont un fort bon tirage; ce sont celles dont le foyer a une température extrêm. élevée, que l'air brûlé partage, comme dans les fourneaux d'affinage.

(V. la leçon du 29 X.bre 1827.)

On fait aussi des cheminées de métal, cuivre ou tôle; mais elles consomment beaucoup plus de combustible, vu la grande conductibilité des métaux pour la chaleur, cependant elles sont quelquefois préférables par exemple, lorsqu'elles doivent servir pendant peu de temps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sommet des cheminées dont la construction d'ailleurs, n'en contrarie pas la marche, ils accélèrent l'écoulement de l'air intérieur & de la fumée, pourvu qu'ils soient réguliers & non accompagnés de tourbillons ; dans ce dernier cas, qui est très-fréquent, les vents nuisent au tirage. (Expériences de Venturi.)

Le vent qui pénètre dans l'intérieur d'un appartement ajoute à la force de l'air qui s'introduit dans la cheminée par le foyer.

Si le vent a une vîtesse de 10 mèt. par ", ainsi que l'air chaud qui se dégage de la cheminée, il n'y a pas de tirage, à cause de la dépression qui a lieu par l'action du vent dans le foyer. Il importe donc d'avoir égard aux vents qui dominent dans le pays où l'on construit des fourneaux, afin que les travaux ne soient pas dans le cas d'être suspendus par suite des contrariétés du vent qui pourrait rendre la combustion impossible. Il convient de mettre #

Les circonstances exigent quelquefois qu'on augmente les dimensions données par

la bouche du fourneau en face du vent habituel. A Paris & dans la plus grande partie de la France c'est le vent de Sud ouest qui domine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le calcul ; tel est, par exemple, le cas où une cheminée se trouve dans le voisinage d'une muraille élevée ou d'une colline que le vent vient frapper & d'où il est renvoyé vers la cheminée ; il en résulte un effet semblable à celui du remous de l'eau contre la proue d'un navire, et l'air qui se dégage de la cheminée se trouve comme exposé à deux vents contraires. Il faut par conséquent consulter les circonstances locales avant de construire des fourneaux. En général, il convient d'isoler les cheminées autant que possible.

Le mécanisme des soufflets n'est pas du ressort de la chimie ; il appartient plutôt à la mécanique ; cependant comme on s'en sert souvent pour accélérer la combustion, il est bon de connaître la méthode à employer pour en calculer les effets. (V. la 2.e formule ~~[illegible]~~ ci-dessus et la 10.e selon des cahiers de l'année suivante.)

Un soufflet a deux capacités qu'on appelle amen. L'air qu'il renferme exerce une pression qu'on évalue en la rapportant au poids de l'eau comme celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'atmosphère. On sait que celle-ci équivaut à une colonne de mercure de $0^m.76$ à une colonne d'eau de $10^m.4$. Or, si on voulait la rapporter à une colonne d'air, elle serait d'environ 8000 mètres, abstraction faite de la différence de densité de l'air dans les diverses régions de l'atmosphère; car la densité de l'eau étant à celle de l'air comme 770 est à 1, la colonne d'air qui représenterait la pression atmosphérique $= 10^m.4 \times 770 = 8008^{mt}$.

Si l'on suppose un récipient de machine pneumatique où l'on aurait fait un vide complet & auquel on tendrait l'air, ce fluide s'y précipiterait avec une vîtesse égale à celle d'un corps tombant d'une hauteur exprimée par la racine carrée de 19.62×8000^{mt}. (6)

L'action du soufflet est analogue à celle de l'air se précipitant dans ce récipient.

D'après une expérience faite avec un soufflet des dimentions indiquées dans la 2.e formule, ~~(2 ta 2.e f. 101)~~ il exercait sur l'eau une pression $= 0^m.04$. C'est la pression

(6) $\sqrt{19.62 \times 8000^{m}} = \sqrt{156960} = 396^{mt}$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

motrice de l'air dans l'intérieur du soufflet. Evaluée en colonne d'air, elle est = 0.m04 × 770 = 30.m80. = à une colonne d'eau de 0.m04.

fig. N.o 4.



On fait cette expérience avec un tube recourbé comme A B (fig. N.o 4) ~~de contre~~, où l'on verre de l'eau par l'orifice supérieur jusqu'à ce qu'elle soit de niveau sur la ligne C D; on adapte un soufflet à l'extrémité A, et en le faisant agir, il élève l'eau de D en E.

Dans les grandes forges, on emploie des soufflets de dimensions énormes. Dans le pays de Galles, il y en a de 10 pouces de hauteur & de 90 de diamètre (environ 3 mètres et 2.m 1/2) Chaque coup d'un de ces soufflets fournit 11 mètres cubes d'air; quand il aspire, il raréfie singulièrement l'air du lieu où il se trouve; il en soustrait l'air de la même manière que la pompe d'une machine pneumatique soustrait celui du récipient. La premier fois qu'on en fit l'essai dans une chambre, on ne s'attendait pas à ce résultat, lorsque tout à coup les portes

et croisées furent renversées par l'effort de l'air extérieur, comme dans l'expérience du casse-vessie avec la machine pneumatique.

Les soufflets cylindriques sont bien supérieurs à ceux de tout autre forme, surtout en employant l'eau pour force motrice; avec les autres, c'est un moyen très-dispendieux; ils occupent tout au plus un 100.me de la puissance mécanique de ce liquide, ou pour mieux dire, par ce moyen, leur puissance mécanique est réduite à 0.01.

On raconte un fait assez extraordinaire et qui n'a pas encore été expliqué, sur l'emploi de ce procédé.

M.r Wilkinson, physicien anglais voulant utiliser la force motrice d'une chute d'eau qui était à une grande distance d'un haut fourneau, fit établir un soufflet cylindrique à la chute même, et une grande conduite de 10 pouces de diamètre aboutissant au fourneau, mais on ne put jamais faire agir le soufflet. On croyait que le tuyau était bouché; cependant un chat que l'on y fit entrer par l'une des extrémités en sortit par l'autre.

Un autre fait du même genre a été raconté à notre Professeur par un Ingénieur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bavaroix ; et pourtant il a fait lui-même une expérience analogue dans les tuyaux du Canal de St Ourcq, sur une longueur de 1800 pieds environ 1/600 mètres, et il en a obtenu des résultats tout à fait opposés. Voici comme il s'y est pris.

Après avoir fait boucher les deux ouvertures de ce tuyau, en ne laissant qu'un très-petit trou au centre de chacune, il adapta & mastiqua à l'un de ces trous le canon d'un soufflet ordinaire, & il fit mettre une chandelle allumée à l'autre ouverture correspondante. Les choses ainsi disposées il fit agir le soufflet & frappa en même temps un coup de marteau sur le tuyau. La personne qui était à l'autre extrémité vit la chandelle soufflée à l'instant même où elle entendit le coup. L'air transmis par le soufflet a donc pu arriver jusques-là. (c)

On cite encore, contre les expériences de M.r Wilkinson, la transmission de l'hydrogène carboné qui s'opère dans

(c) C'est peut-être le coup de marteau qui, par les vibrations qu'il a occasionnées dans le tuyau a déterminé la transmission de l'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des tuyaux d'une longueur immense malgré leur situation horizontale, notamment à Londres, quoique ce gaz n'y subisse qu'une pression de 0.m 05 environ. (d)

Cependant les récits de ces expériences sont dignes de foi ; ainsi, on est toujours dans l'indécision sur la singularité de ce phénomène dont les causes sont encore à étudier. On prétend que le mouvement ne se transmet par dans l'air, et dans des tuyaux * pour les arts ; on ne saurait trop multiplier à cet égard les expériences qui peuvent la résoudre. Le Professeur engage ceux qui les tenteront, à lui en faire connaître les résultats. (V. la 10.e leçon, Du cours de l'année suivante.)

* étroits, au delà de 100 mètres. C'est une question importante On attribue ce défaut de transmission au frottement de l'air contre les parois de ces tuyaux. On ne sait pas encore mesurer ces frottements, ou du moins évaluer la quantité de résistance qu'ils apportent à l'écoulement. C'est une question importante

Le chauffage de l'eau est un des problèmes de pyrotechnie qu'il importe le plus d'examiner ; on en a indiqué les effets sur le tableau. (V. la 3.e fig. 1 109.)

Les dimensions du fourneau et des accessoires dépendent principalement de la durée de l'opération.

Dans l'exemple donné par la formule,

(d) Mais la légereté spécifique de ce gaz peut y contribuer, puisque sa densité, lorsqu'il n'est que proto-carboné, comme celui de la houille, = 0.56 environ de celle de l'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on a supposé cette durée d'une heure
& la température de 40.° ; mais il faut
la porter à 50.° dans la chaudière, à
cause de la perte de chaleur qui a lieu
par le passage de l'eau dans les
conduites.

La quantité de houille nécessaire pour
obtenir ce résultat n'est que de moitié en
sus de ce qui est indiqué par la Théorie,
parce que la chaleur est plus utilement
employée dans les opérations de ce genre
ce n'est pas comme dans les Verreries
et les hauts fourneaux où l'on perd les
9/10 de la chaleur produite ; ici on
n'en perd guères que le tiers ; c'est
pourquoi il ne faut que 38.# 2ℓ. de
houille, au lieu de 2ℓ. 50. En général,

Il faut introduire dans le foyer une
double dose d'air, à cause des pores de
la houille que ce fluide traverse sans
la toucher ; or, sans contact immédiat,
il n'y a pas d'action chimique, pas
de combustion. On n'est donc jamais
certain que tout l'air qui est entré
dans une cheminée, a été employé à

lorsqu'on ne chauffe pas beaucoup, il y a plus de chaleur utilisée, parce que le courant d'air étant moindre, ou plutôt ayant moins de vitesse, il se dépouille davantage de sa chaleur, par son contact plus prolongé avec les corps voisins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la combustion. Quand il se fait beaucoup de fumée, c'est une preuve que tout l'oxigène est absorbé; mais dans ce cas, l'air est trop saturé, et il y a dissipation de chaleur inutile. La bonne

combustion ne doit pas produire de fumée, car la fumée est une portion vaporisée de combustible qui est encore susceptible de brûler.

La section de la cheminée d'un fourneau destiné à chauffer 12 bains par heure, doit avoir au moins 2.d 9.p 07; il n'est même pas mal de l'augmenter un peu, mais avec mesure, car les ouvertures trop grandes sont un autre défaut; telles sont celles de la plupart des cheminées d'appartemens; leurs ouvertures sont ~~trop~~ fois trop grandes. Il convient d'appliquer les calculs à ces sortes de constructions; cependant la hauteur & les autres dimensions des cheminées doivent aussi être déterminées par le bon sens & par les circonstances locales, surtout afin que la température de l'air chaud ne soit que d'environ 100.° à moitié de la hauteur. (V. le 6.e garag.t de calcul ~~V. P. 105.~~) On peut, d'ailleurs, employer également

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

9.e Leçon.

des dimensions qui donnent à l'air une vitesse virtuelle. Celle est la forme pyramidale. (V. ~~Leçon 6.~~ ce qui montrera)

Lorsqu'une cheminée est adossée contre un mur, s'il n'est pas exposé au vent, elle peut être moins élevée que le mur; dans le cas contraire il faut qu'elle soit plus haute, afin d'éviter la fumée qui serait refoulée dans la cheminée par l'effet du vent qui viendrait frapper ce mur. Il en est de même de deux cheminées voisines d'inégale hauteur; la plus basse fume presque toujours; en l'élevant plus que l'autre, c'est celle-ci qui fume à son tour. Ce sont là de ces circonstances locales à consulter dans la construction des fourneaux.

La capacité du foyer du fourneau à chauffer 12 bains par heure doit être telle que la masse du combustible dont on le charge puisse aussi durer une heure; il faut donc qu'elle soit d'environ 47. 73 Dmt. cb. Sa surface, eu égard à la hauteur de la bouille sur la grille, sera de 9 S. 50. Dt. q. (V. la 3.e formule) ~~Leçon~~ La longueur et la largeur se

arbitraires & subordonnées à la forme du vase contenant l'eau à chauffer; il suffit qu'elles soient telles qu'on puisse fourgonner aisément dans toute l'étendue du foyer. Il #

Pour ne pas laisser consumer une trop grande quantité de combustible, on alimente le foyer en y apportant, toutes les dix minutes, un 6.e de sa charge totale; si on attendait plus longtemps, le complément de cette charge occasionnerait un retard et par conséquent une déperdition de chaleur en refroidissant ce qui resterait au foyer; mais avec 1/6, ce refroidissement serait insensible.

On a déjà dit & on répète qu'une des conditions d'une combustion complète est la saturation du carbone par l'oxigène; c'est pour cela encore qu'il est bon d'y employer une double dose d'air. Il n'est pas rare que cette saturation n'ait pas lieu; on en a la preuve par l'inflammation de l'oxide de carbone qu'on apperçoit quelquefois à l'ouverture de quelques cheminées peu élevées, parce que cet oxide conserve encore assez de chaleur pour s'enflammer dès qu'il est en contact avec l'air. Dans ce cas, il y a perte de combustible.

Il est bon de se rappeller que, dans la houille, le rapport du poids au volume = 1 : 1,25. Ainsi, un K.me de houille = 1 lit. 25.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

9.e leçon.

Une chaudière de cuivre mince peut recevoir par heure & par mètre quarré de surface 26000 Calories; cela suppose une surface de 6.m q. $= \frac{180,000}{26000}$. Cependant la capacité de la chaudière est également une chose arbitraire elle n'influe nullement sur la température de l'eau. Il suffirait même d'avoir sur le foyer un simple tuyau dans lequel l'eau ne ferait que passer. (V. la 4.e formule.)

Au reste, il ne faut pas regarder comme exacts les nombres qu'on a indiqués dans les formules; ce ne sont que des données approximatives; il est impossible de les déterminer avec une précision rigoureuse, car le feu ne brûle pas pendant deux minutes de suite de la même manière; les diverses circonstances de la combustion changent à chaque instant. C'est à la sagacité des Constructeurs qu'il appartient de les rectifier & d'en faire les applications convenables.

A la fin de la leçon, le Professeur nous a montré un dessin d'une cheminée construite d'après les principes qu'il a exposés; elle est de forme pyramidale,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-élevée et assez large pour pouvoir contenir dans son intérieur un tuyau métallique en hélice, un serpentin, qui sert à chauffer de l'eau. C'est un moyen fort avantageux d'utiliser la chaleur de l'air brûlé qui s'écoule par la cheminée. L'établissement de ce tuyau a coûté 1200.f & il procure tous les ans une économie de pareille somme sur le combustible qu'on emploierait pour chauffer la quantité d'eau qu'il fournit. Cette économie serait plus grande encore dans les pays où le combustible est cher. Il est à désirer que ce procédé aussi simple qu'ingénieux se propage. Ceux qui l'adopteront n'auront surement qu'à s'en féliciter.

Dans une manufacture où la dépense de combustible s'élève à 50000.f par an pour la production de la vapeur, on pourrait, par ce moyen, porter à la température de 60.° toute l'eau à vaporiser; elle se rendrait du serpentin dans la chaudière où elle arriverait avec cette chaleur déjà acquise. Ce serait par conséquent une économie de près de 10 ℔ % par an, et l'établissement de l'appareil coûterait ##

tout au plus 2000.f

On pourrait aussi employer un semblable serpentin à la circulation de l'air chaud, soit pour un séchoir, soit comme calorifère pour le chauffage des appartemens.

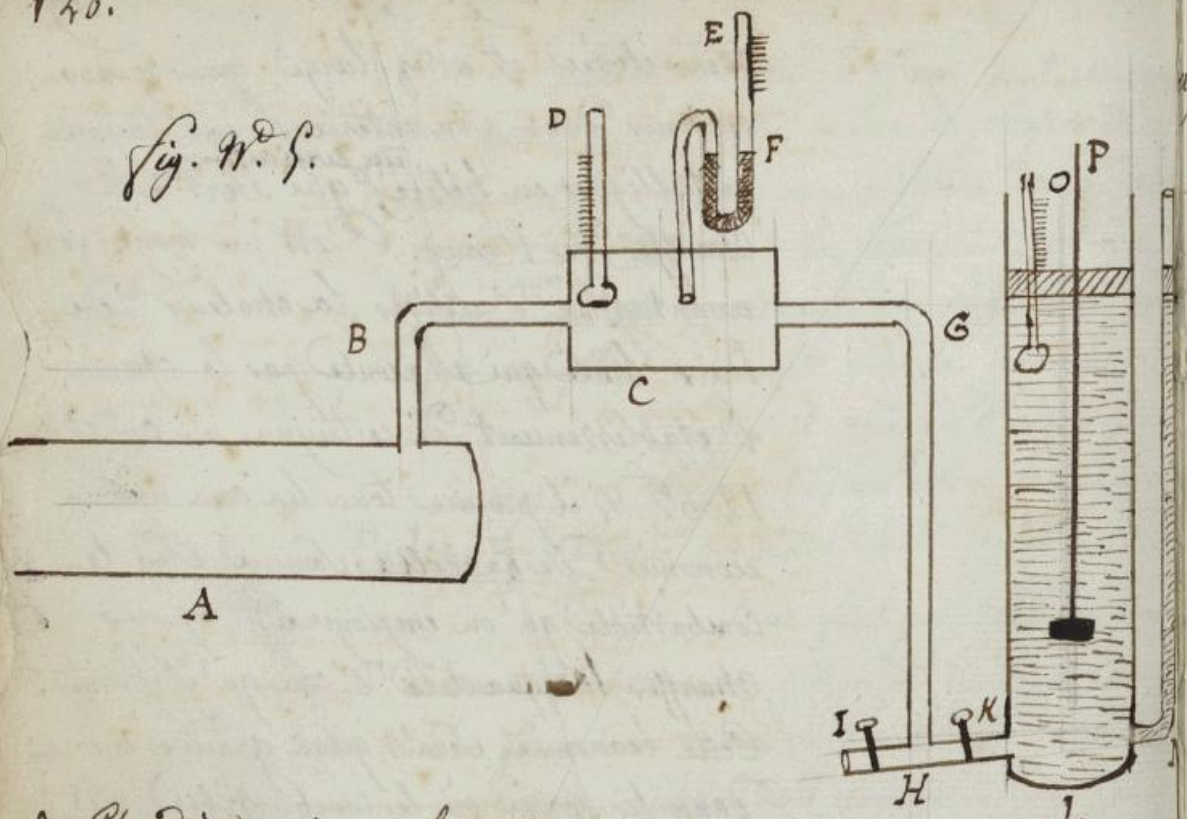
V. la 10.e leçon du Cours de l'année suivante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

120.

10.e Leçon.

Fig. 11.e S.



A. Chaudière contenant l'eau à vaporiser. B. Tube par lequel la vapeur se dégage de la chaudière. C. Renflement dans lequel on plonge le thermomètre D et le manomètre E pour connaître la température & la pression de la vapeur. F. niveau du mercure dans le manomètre sous la pression atmosphérique. G. Prolongement du tube de transmission de la vapeur. H. Tuyau à 2 robinets dont l'un I, sert à transmettre ~~la vapeur au dehors~~ au dehors la vapeur, & l'autre K, à la faire passer dans le tonneau L renfermant 400 K.rs d'eau à zéro avant l'opération. M. Tube latéral en verre qui fait voir l'eau s'élève au niveau de celle du tonneau. N. Niveau des 400 K.rs d'eau. N' niveau de 420 K.rs après la condensation de 20 K.rs de vapeur. O. Thermomètre indiquant l'accroissement de température de l'eau du tonneau. ~~Il sert à cette~~ P. bâton avec lequel on agite l'eau pour faciliter le mélange de la froide avec la

~~Densité de l'air à demi brûlé à 150° = air ord.re 0.696~~

~~Pression motrice = 2f - (2f × 0.696) = 7.m 6.~~

~~Vitesse due à cette pression = √19.62 × 7.6 = √149.11 = 12.20.~~

~~Moindre passage = 0.093 / 12.20 = 0.007 = 7.9.~~

~~au reste, ces différences sont peu sensibles.~~

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie appliquée aux arts.

10e Lecon.

Jeudi 6 Janvier 1825.

Suite de la Chaleur. — De la vapeur d'eau; sa constitution et sa production.

Formuler (et figurer tracer) sur le Tableau.

(v. fig. 9e S.)

1.° Constitution de la vapeur d'eau.

1.K.me Vapeur = 650 Calories = 8.K66 de glace fondue.

Avant. Eau = 400.K à zéro.

Après. id = 420 à 30°.95

Différence de temp.re 30°.95.

Chaleur apportée par 20.K de vapeur = 420 × 30°.95. = 13000 f.ies

id par 1.K = 13000/20 = 650 Calories.

Glace fondue = 650/75 = 8.K6666.

2.° Production de 1000.K.mes de vapeur par heure.

Charbon à brûler = 1000/6 = 167.K

Air nécessaire 167 × 20.mes cb = 3340 m.cb.

par " 3340/3600 = 0.m.cb.93.

Hauteur de la cheminée = 25 mètres.

Température de l'air dans la cheminée = 150°

Densité de l'air à demi brûlé & à 150°. = 0.667 de l'air ord.re (a)

Pression motrice = 25.m (25 × 0.667) = 8.m.33.

Vitesse due à cette pression = √19.62 × 8.33 = √163.43 = 12.80

Moindre passage = 0.93/12.80 = 0.072 = 7.20 D.g.

Côté du quarré = √7.20 = 2.m 68. = 10 pouces.

Chaudière = Surface chauffée = 1000/25 = 40.m.g ou 1000/40 = 25.m.g.

Dimensions de la chaudière { longueur 7.m 20 / diamètre 2.m " }

id des bouilleurs { longueur 7.m 50 / diamètre 0.m 40 }

(a) Effectivement la densité de l'air à 0° brûlé & à zéro étant = 1044, elle doit être à 150° = 0.667 = 1044/1562, mais la densité de l'air ord.re à 150° = 0.640 = 1000/1562. Au reste c'est une vétille. 0.962 = 150°/267.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10e Leçon.

Depuis la dernière leçon, le Professeur avait reçu deux lettres qu'il a communiquées aujourd'hui à son auditoire & auxquelles il a répondu en même temps.

On lui demandait, par la première, comment il se faisait que dans une chambre parfaitement fermée, et où l'air ne se renouvellait pas, le tirage de la cheminée pût avoir lieu. Il a répondu qu'une chambre n'est jamais exactement pleine, & vide s'il se formerait, s'il n'y aurait pas de tirage; il y a toujours des fissures par lesquelles l'air extérieur s'introduit, mais souvent pas en assez grande quantité pour remplacer celui qui est absorbé par le tirage de la cheminée. Aussi l'air intérieur d'une chambre éprouve-t-il quelquefois une diminution considérable de pression. Lorsqu'il y a du feu dans la cheminée & que le tirage est très-actif, cette cheminée fut-elle peu élevée, il peut se faire que la dépression de l'air intérieur de l'appartement soit telle que les vitres d'une croisée puissent être enfoncées par la pression extérieure, comme cela est arrivé dans l'essai du grand soufflet dont on a parlé lundi dernier. (V. 9e Leçon)

La 2e lettre contenait quelques observations

observations sur l'expérience de la chandelle ~~soufflée~~ éteinte par l'action du soufflet, dans le tuyau du Canal de l'Ourcq. (P. ~~112~~ autrig. leur) Ce n'est pas la matière d'air qui se meut, a dit le professeur; le mouvement est transmis de couche en couche.

Il paraît que l'auteur de cette lettre fondait ses argumens, que je n'ai pas très-bien entendus, sur la prétendue incompressibilité de l'eau; car M. Clément a dit que c'était une erreur de croire ce liquide incompressible, surtout depuis les dernières expériences faites à Londres par M. Parkins qui est parvenu, à la vérité par des moyens très-puissans, à comprimer l'eau au point de la réduire de 6 g % de son volume.

Il a également cité l'expérience d'un Télégraphe sympathique fait de deux cadrans placés dans deux chambres éloignées l'une de l'autre, et sur la circonférence desquels on trace les lettres de l'alphabet. Lorsqu'on met l'aiguille de l'un des cadrans sur une lettre quelconque l'aiguille de l'autre cadran se porte d'elle-même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10e Leçon.

Sur la lettre correspondante, par l'effet du mouvement qui lui est transmis au moyen d'un tuyau rempli d'eau.

Revenant à l'objet de la première lettre, le Professeur a ajouté qu'il est avantageux, dans un appartement, d'avoir une cheminée d'un tuyau circulaire et d'un petit diamètre. On les faisait très grands autrefois pour se conformer aux ordonnances de police dont le but était de faciliter le ramonage fait alors par des hommes ou des enfans qui montaient dans la cheminée; mais ces ordonnances sont tombées en désuétude, parce qu'il n'est pas nécessaire de monter dans une cheminée pour la ramoner; il suffit d'y faire passer un fagot d'épines.

Au surplus, a-t-il dit encore, lorsqu'on fait des expériences, il faut toujours y appliquer le calcul, sinon l'on se expose à commettre des erreurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10e Leçon. 83 125.

L'objet de la leçon d'aujourd'hui est de déterminer les loix constitutives de la vapeur d'eau. Pour y parvenir, il importe principalement de connaître la quantité de combustible à employer et la quantité de vapeur à produire.

La vapeur d'eau peut être considérée comme une marchandise, et elle l'est en effet, car en Angleterre elle se vend ; la plupart de ceux qui en ont besoin trouvent plus économique de l'acheter que de la produire, par la même raison qu'un grand fourneau est aussi plus économique que plusieurs petits.

Il serait difficile de déterminer, par des expériences, la quantité de combustible nécessaire pour la production d'une quantité donnée de vapeur, vu la perte inévitable de chaleur par diverses causes, qu'il est impossible d'évaluer dans la pratique. Mais il suffit de savoir combien la vapeur contient de chaleur, et de rapporter cette quantité à celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que fournit un combustible.

La vapeur ne manifeste, comme l'eau bouillante, qu'une température de 100°, mais l'eau ne se réduirait pas en vapeurs si, lorsqu'elle a atteint le terme de son ébullition, l'on cessait de la chauffer. Ainsi, la vapeur absorbe une nouvelle quantité de chaleur que le thermomètre n'indique pas ; il s'opère donc un changement dans la chaleur spécifique. Il y a une portion de chaleur latente.

Si la vapeur qui se dégage de l'eau en ébullition que l'on continue de chauffer, trouvait dans l'atmosphère une température égale à la sienne, elle serait invisible ; c'est sa tendance à se condenser par l'effet d'une température inférieure qui la rend visible.

La figure dessinée sur le tableau représente un appareil au moyen duquel on connaît la quantité de chaleur absorbée par la vapeur. (V. figure n°)
On remarque d'abord la chaudière d'où la vapeur s'échappe & passe par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un tube avec renflement où l'on place un thermomètre & un manomètre; ce dernier instrument contient de l'air enfermé au dessus d'une colonne de mercure qui, en le comprimant, fait connaître le degré de pression de la vapeur. Le tube se prolonge ensuite & vient communiquer avec un tonneau qu'on suppose renfermer 400 K.mes d'eau à zéro. Le petit tuyau à 2 robinets adapté au tonneau sert à faire connaître l'état de la vapeur, en ouvrant le 1.er robinet qui la laisse sortir; puis on ferme ce robinet & on ouvre l'autre pour que la vapeur puisse s'introduire dans le tonneau où elle se condense, mais en échauffant l'eau qui s'y trouve. Un autre tube latéral aboutissant au tonneau & dans lequel l'eau s'élève en même temps, indique le niveau du liquide & par conséquent la quantité provenant de la vapeur condensée. Un thermomètre aussi plongé dans le tonneau indique également la nouvelle température du liquide.

La vapeur doit être considérée comme une combinaison chimique de chaleur & d'eau;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi, en se liquéfiant, elle subit une espèce de décomposition; & la portion de chaleur qu'elle abandonne se répartit sur les corps environnans. Dans l'expérience dont il s'agit, la chaleur abandonnée par la vapeur condensée se communique à l'eau du tonneau; et lorsque cette quantité d'eau est portée à 420.K on reconnaît que sa température est partout de 30.° 9 §. ce qui équivaut à 13000 Calories. Or, puisqu'il n'a fallu que 20.K.s de vapeurs pour ce résultat, on doit en conclure qu'un K.e de vapeur = 650 calories et qu'il peut fondre 8.K 2/3 de glace, comme on l'a en effet reconnu par d'autres expériences. Quelle que soit la première sur laquelle ces données sont essentielles pour connaître la nature de la vapeur d'eau ainsi que ses grandes & utiles applications dont on parlera plus tard.

Se produit cette vapeur, il faut toujours la même quantité pour produire les mêmes résultats.

La tension & la densité de la vapeur d'eau augmentent en même temps, mais dans des rapports différens. La tension est l'élasticité, propriété en vertu de laquelle la vapeur s'efforce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de se mettre en équilibre avec l'air extérieur, et de sortir du vase où elle est comprimée. Sa température augmente aussi avec cette compression, et alors elle est indiquée par le thermomètre; elle est d'environ 150.° lorsque la pression intérieure est de cinq atmosphères. Mais quelles que soient la température et la pression sous lesquelles la vapeur existe la quantité de chaleur d'un poids donné de vapeur est constante; elle est toujours de 650 calories pour

11.e

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de se mettre en équilibre avec l'air extérieur, et de sortir du vase où elle est comprimée. La température augmente aussi avec cette compression, et alors elle est indiquée par le thermomètre; elle est d'environ 150.° lorsque la pression intérieure est de cinq atmosphères.

Mais quelles que soient la température et la pression sous lesquelles la vapeur existe la quantité de chaleur d'un poids donné de vapeur est constante; elle est toujours de 650 Calories pour un Kilogramme, même à la temp.re de zéro. (a)

Cette assertion est confirmée par les expériences ingénieuses de M.r Leslie, Physicien célèbre d'Edimbourg, qui est parvenu le premier à faire de la glace dans le vide de la machine pneumatique, en mettant sous le récipient, un vase plein d'eau et un d'acide sulfurique concentré qui absorbe la vapeur de l'eau au fur et à mesure qu'elle se forme. Si l'expérience se faisait dans une chambre dont la température fut à zéro, la glace se formerait très-

(a) Mais il est bon de remarquer que ces 650 Calories seraient réparties dans un espace immense; car un K.me de vapeur à zéro formerait un volume de plusieurs centaines de mètres cubes, puisqu'à 51.° il est de 13.m.c. 600, à 38.° du double, et qu'il double ainsi à chaque abaissement de température d'un petit nombre de degrés. (V. la formule intitulée: force expansive de la vapeur. 14.e Leçon.)

Le volume d'un K.me de vapeur à zéro serait de plus de 2000 mètres cubes, ou environ 1200 fois de ce qu'il est à la température de 100.° ou, 1200 × 1.700 = 2040.m.c.000. (Séance du 9 Janvier 1826.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

promptement, même sans le concours de l'acide sulfurique. L'ébullition de l'eau qui a lieu dans cette circonstance est produite d'abord par les bulles d'air que le liquide contient et qui s'en dégagent puis par celles de la vapeur qui se forme aux dépens de la chaleur qu'elle enlève à l'eau. La vapeur ainsi produite contient autant de chaleur que celle qui sort de la chaudière d'eau bouillante par l'effet du feu, c'est un fait constaté par le résidu de la glace dans la capsule sous le récipient, car si on fait l'expérience avec 9 grammes et 2/3 d'eau, il ne reste que 8. 2/3 de glace. Cette eau à zéro, avant l'expérience, est donc une combinaison de vapeur et de glace, comme celle qui reste dans le calorimètre après la fusion de la glace par la vapeur. Les proportions sont absolument les mêmes. Mais si la chaleur contenue dans

Ces résultats extrêmement curieux ont été d'abord révoqués en doute

Et un poids donné de vapeur est constante, quelle que soit sa température, il n'en est pas de même de sa tension; à 182° celle-ci est 1500 fois plus grande qu'à zéro, parce que la pression sous laquelle la vapeur existe est de 10 atmosphères dans le 1er cas, et d'une 150e d'atmosphère seulement dans le second.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par des Géomètres distingués qui, pourtant, ont fini par se rendre à l'évidence. Ils sont la base de la théorie des vapeurs. Il est important de les connaître pour les applications à en faire relativement à la pression haute ou basse sous laquelle il faut opérer pour produire de la vapeur.

L'ignorance de nos devanciers à cet égard a pu seule les porter à croire qu'on pouvait distiller l'eau de mer dans le vide, avec moins de combustible que sous la pression atmosphérique; mais c'était une erreur, une chimère qu'ils ont poursuivie longtemps et à laquelle on a tout-à-fait renoncé maintenant. Il n'y a aucune économie à distiller dans le vide; il faut autant de chaleur que dans le plein. Ces principes sont très-féconds en applications.

Ainsi qu'on l'a déjà dit dans la dernière leçon, la capacité de la chaudière n'influe nullement sur l'action qu'on veut produire. Pour avoir 100 barriques d'eau bouillante, une chaudière de la contenance d'une barrique et même moins, pourrait suffire. C'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la surface qui est, si on peut s'exprimer ainsi, le crible par lequel la chaleur pénètre dans son intérieur. ~~(V. 118.)~~ La surface seule est élément de ce résultat. Il suffit ~~de~~ de la quantité de chaleur qui passe en une heure dans une chaudière, par une surface d'un mètre quarré, peut produire de 25 à 30 K.gr de vapeur; mais elle dépend d'un grand nombre de causes, de la température à laquelle on la soumet, de l'épaisseur de ses parois, de l'air extérieur, de la nature du fluide qu'elle contient &c. On ne peut guères entrer dans des détails à cet égard; c'est par l'exécution qu'on peut les connaître & les apprécier.

D'après des expériences faites avec une casserole contenant 4 K.mes d'eau froide qu'on a portée en 4 minutes à l'ébullition, en mettant la casserole en contact avec un feu de charbons, on en a conclu, comparaison faite de la surface au mètre carré, qu'une autre surface de ~~même~~ cette dernière étendue pourrait, dans les mêmes circonstances recevoir une chaleur capable de produire 30

d'y faire entrer le nombre de calories qu'exige la production de la quantité de vapeur qu'on désire.

Supposons deux chaudières chacune de la capacité d'un mètre cube, l'une ayant un mètre de hauteur et l'autre un décimètre seulement; la première n'aura qu'un mètre quarré de surface exposée au feu, l'autre en aura dix; par conséquent celle-ci fournira dix fois plus de vapeur en consumant proportionnellement moins de combustible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de vapeur par heure. Si le vase était en contact avec la flamme qui l'enveloppera entièrement, la quantité de chaleur qu'il absorberait pourrait équivaloir à 110 K.gr de vapeur; mais sans contact, les produits seraient quatre fois moindres. Cela se conçoit aisément; chacun sait qu'on peut laisser la main fort longtemps assez près d'un tuyau chauffé au rouge, ou de charbons incandescens, et qu'on se brûlerait si on les touchait seulement pendant une ou deux secondes. Il est donc incontestable qu'on tire un meilleur parti de la chaleur en mettant le vase en contact avec le combustible. Cependant, en prenant le minimum de la chaleur qui pénètre par une surface d'un mètre quarré, celle équivalente à 25 K.gr de vapeur, la chaudière devra présenter au feu une surface de 40 mètres quarrés pour produire 1000 K.gr de vapeur en une heure; si elle peut absorber une chaleur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

égale à 40 K.mes, une surface de 25 mètres suffira; ce sont les deux car supposés dans la 2.e formule écrite sur le tableau, et par laquelle on a fait connaître aussi les autres conditions à remplir pour obtenir cette quantité de vapeur. D'après ce qui a été dit dans les leçons précédentes cette formule n'a pas besoin d'autres développemens. ~~(V. t. 1.er p. 121. le 2.e)~~ (a)

Lundi prochain, on traitera de l'emploi de la vapeur.
(V. la 11.e leçon du Cours de 1826.)

(a) Les leçons précédentes nous ont appris en effet

1.° que 1000 K.gr de vapeur d'eau = 650 000 calories (V. la 7.e leçon, formules des problèmes de pyrotechnie)

2.° que 167 K. de charbon = 1,177,350 calories = 167 × 7050 ~~(V. id.)~~
C'est par conséquent près de moitié plus que le nombre de celles de la vapeur; mais il faut cet excédant pour compenser les pertes inévitables de chaleur. ~~(V. t. 1. p. 93.)~~ (V. idem t. la 2.e p.e de la 6.e leçon)

3.° que la combustion d'un Kilog.e de charbon exige environ 10 mètres cubes d'air pour sa saturation complète, (V. double dose = 20 mètres pour le saturer à demi. (V. ~~t. 1 p. 111~~ la 9.e leçon.)

4.° que la densité de l'air brûlé, la pression motrice la vitesse, sont subordonnées à la hauteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10e. leçon. 88 13§.

De la cheminée, à ses ouvertures, à la température que l'air y éprouve, et que ces dernières circonstances sont elles-mêmes subordonnées aux premières. ~~(Voir 8e. leçon.)~~ (V. la formule de la 8e. leçon.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

136.

Chimie
appliquée aux arts.

11e Lecon.

Lundi, le 11 Janvier 1825.

Suite de la chaleur et de la vapeur. — Ecoulement et condensation de la vapeur. — De son usage.

Formules écrites sur le tableau.

1° Ecoulement de la vapeur (s'échappant sous la pression d'une atmosphère et s'élançant dans le vide. ~~V. f. 1444.~~

Pression = 10.mt40. d'eau × 1700 = 17680.m. de vapeur.

Vitesse = $\sqrt{19.62 \times 17680} = \sqrt{346,881.60} = 589.^{mt}$

Vapeur passée en une seconde par un décimètre quarré = 5890. × 1 = 5890.d.c. = 5m.c 890.

Poids = 5.890 × 0.588 = 3.K463. =

En une minute = 353.mt.c. = 207.K78. = 60 × 3.K463

En une heure = 21180.m.c = 12420.K (12466.K80.)

Par un orifice de 0.m02 de diamètre = 207.78 × 60 :

en une ′ = 0.K108. = $\frac{3.463}{32}$

en une heure = 388.80.

2° Condensation de la vapeur par une surface d'un mètre quarré en cuivre, de 0.m002 d'épaisseur, plongée dans de l'eau à 28.°

100 à 110.K de vapeur en une heure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3.° Comparaison de la vapeur & du fer pour une calandre.

Fer = 150.K = Eau = $\frac{150^K}{8}$ = 18.K80.

Température 1000.° Chaleur = 18.80 × 1000 = 18800 Calories.

Vapeur équivalente = $\frac{18800}{650}$ = 28.90.

Charbon brûlé pour le fer = $\frac{18800}{7000}$ × 20 = 54.K

Idem pour la vapeur = $\frac{18800}{3500}$ = 5.K04.

M.r Clément nous a informés qu'il a reçu une note non signée contenant un compte très-détaillé des produits présumés de l'éclairage par le gaz, d'où il résulterait que ce n'est point une spéculation onéreuse, comme il le croyait. Cependant il a reconnu dans cette note plusieurs points évidemment erronés, et d'autres susceptibles d'être controversés. Il ne veut pas en entamer la discussion ici maintenant, parce qu'elle exigerait trop de temps; mais il invite celui qui la lui a adressée à venir le trouver chez lui pour l'examiner et la discuter ensemble. Il nous fera connaître ensuite ce qui lui paraîtra devoir nous intéresser.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

11.e Leçon.

La vapeur dont nous devons aujourd'hui étudier l'emploi, est une source immense de richesse, par les applications extrêmement importantes qu'on peut faire de sa puissance mécanique.

La surface de la chaudière d'où la vapeur se dégage n'est à considérer qu'afin de pouvoir apprécier la quantité de chaleur introduite dans son intérieur, seule condition qui produise la vapeur; du reste, la forme & la capacité de la chaudière sont parfaitement indifférentes. On a été dans l'erreur à cet égard jusque dans ces derniers temps, lorsqu'on a substitué des cucurbites d'une large ouverture à celles des anciens alambics qui se terminaient par ce qu'on appellait tête de mort; cette erreur provenait de ce qu'on assimilait la vaporisation à l'évaporation; mais ce n'est pas la même chose, car la vaporisation est le résultat de la chaleur introduite, et l'évaporation peut avoir lieu uniquement par l'accès & le contact de l'air; or, dans ce dernier cas seulement, il est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avantageuse que le liquide à évaporer présente une grande surface.

La vapeur d'eau peut naître spontanément ; il suffit qu'elle surmonte la pression atmosphérique qui pèse sur le liquide.

L'écoulement de la vapeur peut se comparer à celui de l'eau de deux vases de hauteur inégale ; dans l'un et l'autre cas, il est d'autant plus rapide que la pression est plus forte sur la partie qui s'écoule.

La chaleur n'est jamais également répartie ~~dans l'intérieur~~ sur la surface extérieure d'une chaudière, car il existe toujours des différences de température dans un foyer ; quelques-uns de ses points sont à une température extrême, ce sont les plus blancs. On en remarque même dans un très-petit foyer ; on peut affirmer qu'ils éprouvent le maximum de température.

Ce maximum, qui n'est pas une chose inutile à considérer, est présumé ne pas s'élever au delà de 2000 degrés,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quoiqu'on l'ait évalué autrefois à plus de 12000, par la comparaison du Thermomètre avec le Pyromètre de Wedgwood, célèbre potier Anglais. C'était une grande erreur, provenant sans doute de l'imperfection de ce dernier instrument, tout ingénieux qu'il est.

S'il était possible d'introduire dans un vase contenant un K.me d'eau les 7000 calories que fournit la combustion d'un Kilogramme de Charbon, l'eau passerait à la chaleur rouge blanche, pourvu que le vase n'eût que cette capacité & que ses parois fussent assez épaisses pour résister à l'énorme pression qu'elles éprouveraient par la tendance de l'eau à se vaporiser et à se mettre en équilibre avec l'atmosphère. S'il y avait 2 K.mes d'eau dans le vase, ~~la quantité de chaleur la température~~ serait de 3500 calories, & par conséquent encore bien supérieure à celle qui suffit pour réduire l'eau en vapeurs & qui est = 650 calories par K.me ~~Fait~~ Mais ce n'est qu'une hypothèse.

~~Fait~~ la totalité de l'eau pouvant alors être réduite en vapeurs, sa tension ou son élasticité équivaudrait à une pression de 1700 atmosphères contre les parois intérieures du vase, puisque le volume de la vapeur = 1700 fois celui de l'eau. (V. t. 34 du 2e V.e où on la porte à 4246 atm.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De même, si une quantité donnée d'air absorbait les 7000 calories d'un Kilog.e de charbon il n'aurait qu'une quantité de ~~le maximum de la chaleur egale à 2333 calories = 7000/3 par la température s'élevait de 2333~~ parce que sa chaleur spécifique est moindre que celle de l'eau.

Avec le contact de la flamme sur toute l'étendue de la surface d'une chaudière, condition la plus favorable pour l'introduction de la chaleur, nous avons vu qu'un mètre quarré peut en absorber assez pour produire de 25 à 110 K.gs de vapeur; (P. la 10e Leçon) mais il est telle espèce de houille, comme l'anthracite, qui brûle sans flamme, & avec laquelle on aurait tout au plus 12 K.gs de vapeur par mètre quarré de surface. avec un mélange de houille & de tourbe, on a pour que la houille produise tout son effet, il faut qu'elle soit éloignée de la chaudière, afin de n'en pas être trop refroidie; car une chaudière d'eau bouillante peut être regardée comme une glacière en comparaison du foyer, puisque la température de l'une n'est que de 100°, & celle de l'autre de 2000.

obtenu une flamme au moyen de laquelle il s'est produit 20 K.gs de vapeur par mètre quarré de surface et par heure.

On a dit que la capacité de la chaudière n'a aucune influence sur l'effet à produire quant à la quantité de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

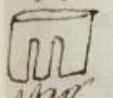
vapeur ; cela est vrai dans la plupart des cas ; mais il en est un pourtant qui fait exception ; c'est celui des machines à vapeur employées comme forces motrices. Il est bon alors d'augmenter le cube de la chaudière, afin d'en faire une espèce de magasin de vapeur que le jeu de la machine ne puisse pas épuiser tout à coup. Ce cas est le seul ; mais ce n'est pas pour obtenir un plus grand effet de vaporisation ; c'est ~~parce que~~ à cause de l'irrégularité éventuelle de la consommation de la vapeur. Quand cette consommation est régulière, la capacité de la chaudière est une chose tout-à-fait indifférente. *

~~Un défaut grossier généralement dans la construction des appareils à vapeur est d'avoir des ouvertures beaucoup trop larges ou trop étroites pour l'écoulement de la vapeur.~~

* Il suffit qu'elle soit proportionnée au foyer qui peut, lui-même, être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

* On a fait aux chaudières des bateaux à vapeur, une modification qui en diminue le poids et la capacité, en même temps qu'elle permet d'en soumettre une plus grande surface à l'action du feu. Elle consiste à pratiquer dans leur intérieur plusieurs tuyaux qui la remplissent en partie, et qui sont ouverts par le fond, à l'extérieur, afin que la flamme puisse s'y introduire, comme dans la figure ci-dessous.



(12.e 1828.)

restreint, afin d'obtenir une plus grande économie de combustible.

* Il ne faut pas non plus perdre de vue, dans la construction des fourneaux, ce qu'on a dit précédemment sur les dimensions des cheminées. (V. les 8.e et 9.e Leçons.) Il convient de leur donner une large base et des murs assez épais pour les rendre propres à résister aux efforts du vent impétueux. Un plus grand diamètre à la base, ou la forme pyramidale, leur donne d'ailleurs plus de solidité et la vitesse virtuelle au moyen de laquelle on a une provision d'air pour suppléer au tirage qui viendrait à manquer par l'effet du vent. Ce n'est pas à sa partie supérieure que les murs de la cheminée doivent être très-épais, parce qu'alors elle pourrait être trop pesante pour la base et fléchir, s'incliner ou même s'écrouler.

Un défaut presque général dans la construction des appareils à vapeur, est d'avoir des ouvertures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

beaucoup trop larger ou trop étroites pour l'écoulement de la vapeur. Ces ouvertures dépendent de la vîtesse avec laquelle la vapeur doit s'écouler; or, comme elle s'écoule avec une extrême rapidité, il est superflu de les avoir très-grandes. C'est un inconvénient semblable à celui des cucurbites substituées aux anciennes dont il est parlé plus haut. (P. ~~1.36.~~ le 3.e alinéa)

La première formule écrite sur le tableau donne un exemple de la vîtesse d'écoulement de la vapeur s'élançant dans le vide par une ouverture d'un décimètre carré; mais on a fait une supposition extrême, car il n'y a jamais de vide parfait, et la pression dans la chaudière est toujours de quelque chose de plus qu'une atmosphère. ~~P. 1. 196.~~ (□)

Le vide où s'élance la vapeur est, dans les machines motrices, l'espace où elle se condense; sa vîtesse est de 589 mètres par seconde; elle est par conséquent plus grande que celle

Ce serait 17680.m = 1700 X 10.4. Cette hauteur de 17680.m est la hauteur génératrice de la vîtesse de la vapeur.

(□) Une atmosphère est mesurée par une colonne de mercure de 0.m 760. ou par une colonne d'eau de 10.m 4. Si on l'exprimait par une colonne d'air, ce serait environ 8000.m = 10.4 X 800; et par une colonne de vapeur, #

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un point quelconque du globe terrestre dans son mouvement de rotation sur lui-même, (*) que celle d'un boulet de canon. (a) Elle est incommensurable même par par des moyens mécaniques, ceux qu'on a employés pour évaluer celle en en a d'autres pour y parvenir; d'un boulet; mais on y parvient, aisément par des expériences sur le poids de la vapeur qui s'est écoulée & condensée dans un temps donné & par une ouverture déterminée, d'après le rapport bien connu entre sa densité & celle de l'eau. Ces expériences ont fait reconnaître qu'il s'écoulait par une ouverture d'un décimètre quarré près de 3. K. 1/2 de vapeur en une seconde, & 12466. K = 21180. mc. Cb. en une heure. (V. la 1.e Formule.) Cette quantité est énorme; la force qui en résulterait dans une machine motrice équivaudrait à un nombre considérable de chevaux; mais on n'en emploie jamais une aussi grande quantité; les plus grands effets à produire exigent ordinairement une puissance bien moindre. Il y a peu de machines à vapeur dont l'orifice d'écoulement ait plus de 0. mt. 02

(*) La plus grande circonférence du globe est celle de l'équateur: le degré étant de 57060 toises, la circonférence entière = 57060 × 360 = 20541600 toises = 40036324 mt. Sa vîtesse de rotation sur son axe est donc par seconde de 463. m. = 40036324. mais à l'équateur seulement. En s'éloignant de l'équateur la circonf. de l'équateur à 40 millions de mètres, comme celle du méridien, cette vîtesse devient moindre de 463. m.

Piémontais, nommé Antoni, qui on doit les premières expériences sur la vîtesse du boulet de canon.

(a) La vîtesse du boulet de canon est de moins de 500 mètres; mais il faut considérer que c'est dans l'air dont il a la pression à vaincre; elle serait sans doute beaucoup plus grande dans le vide. C'est à une physicien —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de diamètre. Il en sort encore plus de 388 K en une heure par un tel orifice. (V. La 1.e Tom.)

Lorsque l'orifice est trop grand, il y a une dissipation inutile de vapeur; s'il est trop petit, la quantité qui s'écoule n'est pas proportionnée à celle qui se forme dans la chaudière; alors elle s'y accumule et exerce contre les parois une pression qui, si elle devenait trop forte, pourrait occasionner une explosion.

Il existe dans une manufacture de MM. Koechlin, à Mulhausen, une chaudière dont l'axe est horizontal & dont l'orifice par lequel la vapeur devait s'écouler fut chargé, dans une expérience, d'une colonne de 16 pieds d'eau équivalant par conséquent à une demi-atmosphère environ; on exposa cette chaudière à un très-grand feu qui produisit 136 K de vapeur au delà de la quantité que aurait

pu sortir par l'orifice, et toute la colonne d'eau fut poussée hors du tuyau qui la contenait.

En Angleterre, les conduites de la vapeur qu'on emploie pour la teinture ont 6 pouces de diamètre; c'est beaucoup trop grand. Ici, on en a fait, pour le même usage, avec 2 à 3 pouces de diamètre; elles sont plus que suffisantes.

Toutefois les grandes ouvertures n'ont d'autre inconvénient que d'augmenter la dépense; mais il faut principalement considérer l'économie dans les constructions & dans les opérations industrielles; on doit tout sacrifier à cette considération, même les résultats scientifiques. Cependant, lorsque l'économie ne s'y oppose pas, on peut doubler les diamètres. Au surplus, il y a encore des expériences à faire sur #

La vapeur a des emplois très-importans & qui sont encore trop peu connus. On chauffe de l'eau très-rapidement, presqu'instantanément, en y introduisant de la vapeur qui s'y

la vîtesse d'écoulement de la vapeur. M.r Watt lui-même n'a pu parvenir à la mesurer exactement dans les tuyaux. Les changemens de direction de ces tuyaux peuvent diminuer beaucoup la vîtesse; pour obvier à cette irrégularité, on tâche d'évaluer l'augmentation de diamètre que il convient de donner à ces points des tuyaux, afin d'établir une compensation avec le frottement.

Il y a deux manières de mesurer un courant. La 1.ère consiste à évaluer la quantité fournie dans un temps donné; la 2.e; à placer sur son passage un corps suspendu à un fil. L'angle d'inclinaison du fil & le poids du corps sont les élémens de ce calcul.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lui
condense et communique une partie de sa chaleur. (b) Mais il faut que le mélange soit intime. Elle ne produirait par le même effet si elle ne faisait que traverser un tuyau qui serait plongé dans de l'eau ; ce liquide ne recevrait que la chaleur que lui transmettrait le tuyau échauffé lui-même par la vapeur.

Il y a ordinairement un jet d'eau constant, en forme de gerbe, dans l'espace libre du condensateur des machines à vapeur ; c'est une pluie fine que la vapeur rencontre dans tous les points de cet espace ; les contacts étant ainsi très-multipliés, le mélange est instantané et complet.

(b) Sans doute l'effet doit être très-rapide, puisque la vitesse avec laquelle la vapeur s'élance lui fait parcourir 589 mètres par seconde, et qu'elle contient 6 fois ½ autant de chaleur qu'un volume égal au sien d'eau bouillante. C'est au moyen de cet excès de chaleur que, d'après l'expérience dont il a été parlé dans la dernière leçon, 20.K de vapeur condensés dans 400 K.s d'eau à zéro, ont porté les 420.K à près de 31.°

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque la vapeur traverse un tuyau de cuivre plongé dans de l'eau à 28°, il s'en condense en une heure 100 à 110 K.rs par mètre quarré de surface, pourvu qu'une surface égale de la chaudière soit exposée à l'action du feu. Cependant la différence de température indiquée par le thermomètre n'est que de 72°; mais ce résultat est dû à l'étonnante vîtesse d'écoulement de la vapeur qui remplace immédiatement celle qui vient de se condenser. (V. la 2.e formule.)

La vapeur d'eau est un moyen très-puissant d'introduire de la chaleur; elle a une immense supériorité sur les autres procédés usités dans plusieurs arts, tels que de chauffer du fer, des briques ou tout autre corps qu'on employe ensuite comme véhicules de chaleur. Par exemple, pour calandrer les draps, on se sert ordinairement d'un cylindre de cuivre qui en renferme un autre de fer rouge, et sous lequel on fait passer les étoffes en les pressant, comme dans le repassage du linge;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais pour chauffer ce fer, il faut dix fois plus de combustible qu'il n'en faudrait pour produire une quantité de vapeur qui donnerait une chaleur équivalente à employer au même objet, lors même qu'on n'utiliserait que la moitié de la chaleur du combustible dans la production de la vapeur, car on perd les 19/20 de cette chaleur en chauffant le fer, & c'est beaucoup que d'en porter la perte à la moitié pour former la vapeur. (V. la 3.e formule)

Outre l'avantage qui résulterait de l'économie du combustible dans l'emploi de la vapeur, on en retirerait encore un très-grand en la faisant servir pour mouvoir la calandre, service qui se fait presque par tout avec des chevaux ou au moyen d'une chute d'eau. A Rouen il y a une calandre à manèges qui emploie 16 chevaux; c'est une dépense annuelle

d'environ 16000 f. Elle serait infiniment moindre si on y substituait la vapeur comme force motrice. (c) Et en la substituant aussi aux chutes d'eau, l'avantage consisterait à pouvoir placer la calandre où l'on voudrait, puisqu'on peut établir une machine à vapeur par tout, tandis qu'on ne peut guères utiliser les chutes d'eau que là où elles se trouvent.

(V. la 17.e et la 18.e Leçons du cours de 1826.)

(c) En traitant ce sujet dans la 29.e leçon du cours de l'année suivante (le 6 mars 1826) M.r Clément a dit que la dépense totale était de 36000 f., et que si on y employait la vapeur pour les deux objets, force motrice & chauffage des cylindres, elle ne s'élèverait pas à plus de 3300 f. Une machine à vapeur de 4 chevaux remplacerait le manège.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

152.

Chimie
appliquée aux arts.

12e Leçon.

Jeudi 19 Janvier 1826.

Suite de la chaleur et de la vapeur. — De la cuisson du Sucre par la vapeur.

Formules et dessins tracés sur le tableau
(V. les fig. Nos 6 et 7.)

1°. Cuisson du Sucre à la vapeur.

Appareil pour 10000 K.rs par jour.

Eau à vaporiser = 6700. K.rs

Durée de la cuisson = 12 heures.

Vapeur à expulser par heure = 558. K. (= 6700. / 12.)

Surface de transmission = 558 / 100 = 5. mt.q. 58.
avec 5 atmosphères de pression.

2°. Charbon à brûler par jour = 6700 / 6 = 1116. K.

par heure = 1116 / 12 = 93. K

3°. Clairce par la vapeur. Expérience

1. K 000 Sucre blanc
0. 250 Eau.
1. 250 Clairce à 111°. = 1329. Gm. fondue glacée = 99. 700
Soit 100 calories.

1000. K Sucre fondu = 100 000 Calories = 100 000 / 650 = 154 K de vapeur. = 28 K.rs de houille en pratique = 100 000 / 3500.

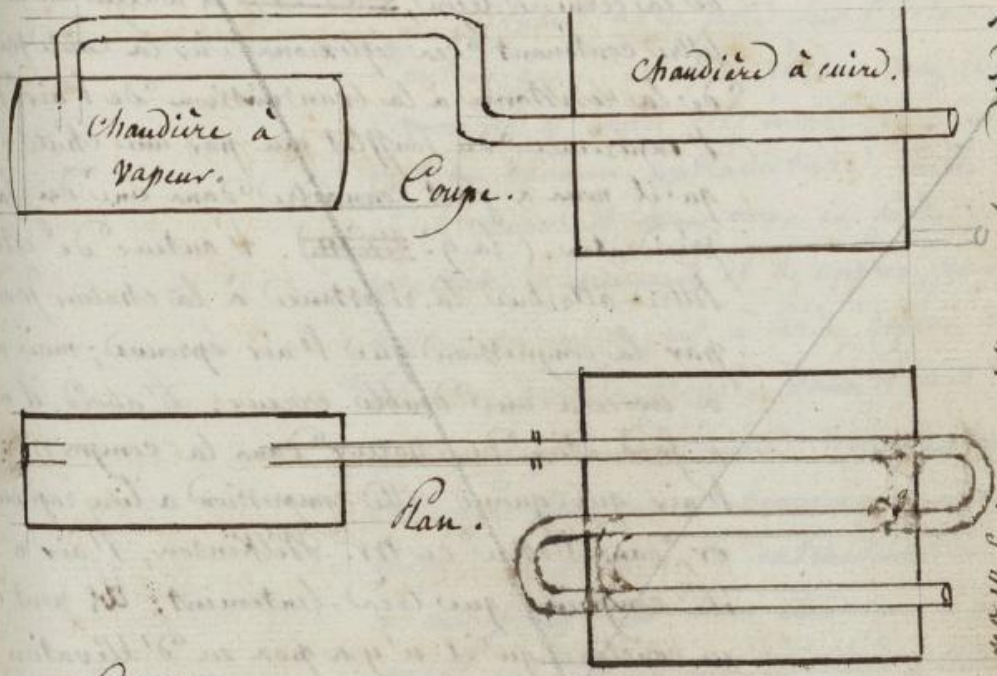
(A) mais cette vapeur n'est-elle pas celle qui se forme par l'ébullition du sirop puisqu'il faut 6700 K.rs d'eau pour dissoudre 10, 000 K.rs de Sucre. Il faudrait donc au moins autant d'eau pour produire la vapeur destinée au chauffage de la chaudière à cuire, puisque c'est cette vapeur qui doit avoir 5 atmosphères de pression, et qui exige, pour son écoulement de 558 K.rs par heure une surface de transmission de 5 m.q. 58. pour porter le sirop à l'ébullition. (V. ci-après l'explication du procédé de Payen.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12e Leçon. 97 153.

Procédé de Taylor & Martineau.

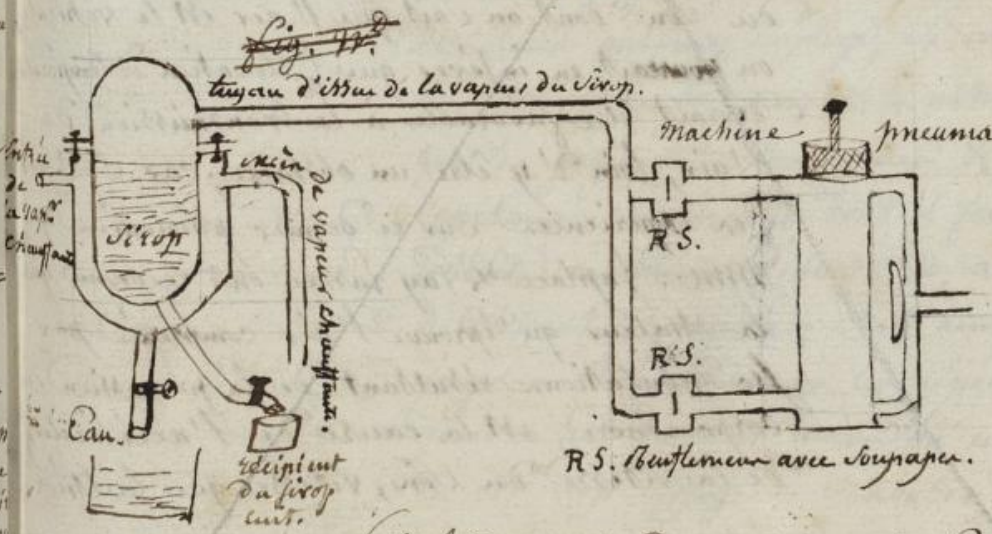
fig. N° 6.



N.B. 1° les tuyaux qui traversent la chaudière à cuire doivent avoir leurs coudes extérieurement pour en faciliter la soudure. ~~(Fig. 2 et 3)~~
2° Il convient que cette chaudière soit plus élevée que l'autre & que les tuyaux arrivent en dessus vers celle-ci afin que la vapeur condensée puisse retomber. ~~(Fig. 2 et 3)~~ (V. la 13e Leçon.)

fig. N° 7

Procédé d'Howard.



~~(V. la description de cet appareil à la fin.)~~

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12e Leçon.

Outre la note adressée aux professeurs sur l'éclairage dont il est parlé au commencement de la dernière leçon, il a reçu une nouvelle lettre contenant des réflexions sur la cause présumée de la résistance à la transmission de l'air dans l'expérience du soufflet mu par une chute d'eau qu'il nous a fait connaître dans une des séances précédentes. (Pag 9.) L'auteur de cette lettre attribue la résistance à la chaleur produite par la compression que l'air éprouve; mais il y a en cela une double erreur. D'abord, il n'y a production de chaleur dans la compression de l'air que quand cette compression a lieu rapidement or, dans l'essai de MM. Wilkinson, l'air n'a été comprimé que très-lentement; on peut donc en conclure qu'il n'y a pas eu d'élévation de température, du moins très-sensible. 2° Si on en compare le résultat avec celui de la vîtesse du Son dont on sait que l'air est le véhicule on pourrait en inférer que l'élévation de température devrait être favorable à la transmission de l'air, loin d'y être un obstacle; car c'est par des expériences sur ce dernier phénomène que MM. Laplace & Gay Lussac ont reconnu que la chaleur qu'éprouve l'air comprimé par les ondulations résultant de la percussion du corps sonore, est la cause de l'accélération de la vîtesse du Son, vîtesse que la théorie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

démontrait devoir être moindre qu'elle n'est réellement.

Quant à la note sur l'éclairage dont l'auteur ne s'est pas rendu chez le professeur comme il y avait été invité, il n'a pu en être fait un examen contradictoire, ainsi que ce dernier se le proposait, pour nous en faire connaître le résultat. Cependant il a appris, par d'autres voyes, qu'on a fait à Paris, depuis quelque temps, d'assez grands progrès dans l'art de l'éclairage par le gaz de la houille. Non seulement la consommation en est beaucoup moindre, mais encore les procédés d'extraction sont perfectionnés. L'entreprise doit donc être moins désavantageuse qu'il ne l'avait cru d'abord; toutefois il n'est pas encore convaincu qu'elle produise des bénéfices proportionnés à l'importance des capitaux qu'on y emploie, ni même elle en produit. Les bâtimens & les ustensiles, tels que les gazomètres, les cornues &c. sont des capitaux considérables dont il faut évaluer les intérêts au moins à 10 p.cs %, à cause de leur détérioration rapide; c'est ainsi qu'on en juge en Angleterre où les spéculateurs, en général, se trompent moins qu'en France. Ici on est trop disposé à s'abuser sur les

résultats probables des entreprises ; on ne calcule pas assez avant d'agir. Il y a sans doute plus d'industrie qu'en Angleterre dans l'exploitation du gaz, et cela doit être, vu l'énorme différence dans le prix de la matière d'où on l'extrait. En Angleterre, où la houille ne coûte guères que 5f. le quintal, on la prodigue dans tous ses emplois, même dans la combustion pour les machines à vapeur ; mais à Paris, elle est bien plus précieuse et on a dû chercher les moyens de l'économiser. Quoiqu'il en soit & malgré les améliorations obtenues sous ce rapport, il faudrait que la fourniture du gaz fût payée environ 8c. par bec & par heure pour que l'entrepreneur y trouvât des bénéfices raisonnables. La supériorité de ce mode d'éclairage justifie cette augmentation. (6)

Après avoir donné ces explications, le professeur a fait observer que les objets auxquels elles s'appliquent, ont été traités il y a déjà fort longtemps, et il a engagé

(6) Ce serait 112f. par bec pour l'année. 8×350×4=11200. V. la note C. de la 5e. leçon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ceux de ses auditeurs qui auraient de ce genre des réflexions à lui communiquer à l'avenir, à se borner aux matières qui ont fait le sujet des leçons les plus récentes. S'il fallait chaque fois discuter longuement sur celles des leçons antérieures, il ne resterait plus assez de temps pour l'objet spécial de la leçon du jour.

Dans la dernière séance, après avoir parlé de la rapidité d'écoulement de la vapeur, on a fait connaître quelques modes d'emploi de ce fluide; on a traité principalement de son emploi indirect c. à d. sans mélange, comme lorsqu'on fait passer la vapeur dans un tuyau de cuivre plongé dans un bain d'eau à la température de 28°. Pour que cette température soit régulière & constante, il faut un courant d'eau froide autour du tuyau, sinon, l'eau de ce bain serait bientôt portée à l'ébullition par la chaleur que lui communiquerait la vapeur. Cette expérience a pour but de déterminer la quantité de chaleur que peut fournir la vapeur; or, on a reconnu que le tuyau présentant une surface d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètre quarré, et la vapeur étant à la température de 100°, sous la pression d'une atmosphère, il en passe 100 à 110 K. en une heure, tant est grande la vitesse avec laquelle elle s'écoule; elle pourra abandonner toute sa chaleur aux corps avec lesquels elle serait en contact, cette quantité de chaleur est bien supérieure à celle que le foyer le plus ardent peut fournir à travers une surface de même étendue, car, ainsi que nous l'avons appris dans l'avant-dernière leçon, on n'obtient, par le feu d'un foyer, que 25 à 30 K.rs de vapeurs; on ne parvient à 100 K.rs qu'avec un feu de forge. Mais la chaleur transmise par la vapeur peut en produire autant, à cause de l'étonnante rapidité avec laquelle elle se renouvelle.

La cuisson du Sucre pour le raffinage est une des opérations auxquelles on peut appliquer avec le plus d'avantage le procédé de chauffage par la vapeur.

Le raffinage du Sucre est un des objets les plus importans pour l'Europe, car on en fait une consommation immen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En France, elle est annuellement de 80 à 90 millions de livres, ce qui fait environ 3 ℔ par personne; mais elle est bien plus forte en Angleterre; elle n'est pas moins de 24 ℔ par individu. Aussi y compte-t-on un grand nombre de raffineries considérables; il y en a un moins 15 qui raffinent plus de 50 000 ℔ de sucre par jour, outre plusieurs autres d'une moindre importance. (c)

L'objet dont nous avons à nous occuper aujourd'hui n'est pas de faire connaître les procédés du raffinage; il en sera question plus tard; nous devons nous borner à l'examen du mode de cuisson du sirop par la vapeur.

La première condition à remplir est l'économie de la matière, car elle vaut 1f 20c la livre. Il faut donc connaître les circonstances dans lesquelles le sucre se décompose pendant la cuisson, afin de pouvoir les éviter et d'obtenir une plus grande quantité de bons produits.

Le sucre brut contient deux espèces de sucre, l'une cristallisable, l'autre non. Après le raffinage, qui a pour objet

(c) A 24 ℔ par personne, la consommation intérieure serait de 5 à 600 millions de livres; mais il s'en fabrique plus de 1600 millions; (V. 1re Sec. 41e Leçon ~~sur le Sucre~~) On en exporte donc deux fois plus qu'on n'en consomme.
A 50 000 ℔ par jour, c'est 15 millions par année de 300 jours de travail.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12e Leçon.

De Séparer la portion incristallisable
on a pour résidu un Sucre Candi
ou ce qu'on appelle Sucre royal
qui cristallise parfaitement. Si
on le fait bouillir de nouveau dans
de l'eau (et pendant un bouillon de verre)
pendant 10 heures environ
sans que sa couleur change, il a
encore la propriété de cristalliser
entièrement après l'ébullition et
l'évaporation de toute l'eau; mais
Si on y ajoute du Sucre incristallisable
(de la mélasse)
Sable, durant l'ébullition, même
en très-petite quantité, la couleur
du Sirop s'altère; une partie du
bon Sucre se change en mélasse
& devient lui-même incristallisable.
Cette transformation est produite
par l'oxigène de l'air dont l'action
est facilité par l'addition de la
petite partie de mélasse. Quelle
que soit d'ailleurs la manière
dont l'oxigène de l'air
Se met en contact avec le Sirop
il en résulte toujours la conver

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une partie du Sucre crystallisable en mélasse. Pour que ce contact n'eût pas lieu, il faudrait que l'ébullition du sirop s'fît dans une chaudière sphérique n'ayant qu'un très-petit orifice d'où une vapeur continuelle se dégageât assez abondamment pour ne pas permettre à l'air de s'y introduire; mais il convient que l'ouverture soit large, si on veut juger du degré de cuisson, comme il est dit ci-après.

Un autre inconvénient à éviter, outre le contact de l'air, est une trop grande élévation de température qui peut brûler & caraméliser une partie du sirop.

Il y a deux moyens de préserver le sirop du contact de l'air; l'un est le vide; l'autre une ébullition tellement considérable qu'il se produise assez de vapeurs pour couvrir la surface du sirop & le mettre à l'abri de l'air, ainsi qu'on vient de le dire; mais ce moyen est encore insuffisant, parce qu'il y a toujours des courans d'air qui dans une chaudière d'une large ouverture, trouvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12e leçon.

des points accessibles. En outre, pour obtenir cette grande ébullition, il faut un feu très-violent sous la chaudière & l'on court le risque alors de brûler le sirop; il s'y forme une matière noire qui nuit à la qualité des produits. Ainsi, le préservatif de l'un de ces inconvéniens est presque toujours la cause de l'autre.

Mais en substituant au feu ardent qu'on fait ordinairement sous la chaudière un courant de vapeur qui circule dans son intérieur même ou qui en enveloppe la surface extérieure, ~~un semblable courant étant circuler dans l'intérieur même de la chaudière~~, on a autant de chaleur avec une température très-basse, & il n'y a pas de sucre détérioré. Tels sont les résultats obtenus par les procédés de Taylor & Martineau et de Howard, avec les appareils dont on a tracé le dessin sur le tableau. (V. les fig. 6 et 7) Le premier de ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce procédé n'est jusqu'à présent connu et exploité en Angleterre que par une seule maison de commerce à qui MM. Taylor ont cédé leurs droits, ayant à s'occuper eux-mêmes de diverses autres branches d'industrie non moins importantes. On en ignore encore les produits. Toutefois, on en a fait l'essai en France avec succès sur environ 2000 K.rs de sucre; mais cela ne suffit pas pour prononcer. Un procédé, quelqu'avantageux qu'il paraisse, ne doit pas être accueilli légèrement; il faut le soumettre à plusieurs expériences avant de se déterminer à y consacrer les capitaux qu'il exigerait dans une grande exploitation.

La 1.re formule du tableau, ~~(V. I. 182)~~ fait connaître quelques-unes des conditions à remplir pour la cuisson de 10,000 K.rs de sucre à la vapeur; il faut 6700 K.rs d'eau pour dissoudre cette quantité de sucre (2). Quand la clairce est formée, il faut faire évaporer

(2) V. la note ~~A~~ à la suite de cette 1.re formule.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toute l'eau qui n'est qu'un moyen d'épuration. Cette clairce doit marquer 28 à l'aréomètre de Baumé.

On ne doit s'occuper de la cuisson du sucre que de jour, afin de pouvoir connaître le degré de cuite qu'on ne peut guères apercevoir la nuit. Cette opération exige 10 à 12 heures. (a)

La vapeur à expulser par heure étant de 558 K il faut une surface de transmission de plus de 5 mètres ¼ carrés. (V. la note ~~1 & 3~~ A)

L'ébullition du sirop n'ayant lieu qu'à 120°, il faut que la vapeur destinée à le chauffer ait une température supérieure; on la porte à 150 ou 160. Alors la pression est de 5 ou 6 atmosphères et sa densité augmente. A la température de 155°, la pression est de 5 atmosphères, et la densité est d'environ 4. ½, en prenant pour unité celle qu'elle a sous la pression atmosphérique. Elle est dans ce cas que la transmission est de 100 K par heure ¼ par mètre quarré.

(a) Cela n'est probablement nécessaire qu'avec les anciens procédés, car il paraît qu'on peut s'en dispenser dans le chauffage par la vapeur. (V. ci-après ~~Leçon~~ 15.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec une pression de 3 à 4 atmosphères, il ne s'en écoulerait que 80. K. Cependant la cuisson pourrait encore s'opérer, quoiqu'un peu plus lentement ; mais si la pression de la vapeur n'était que de 2 atmosphères, sa température ne serait que de 120.° comme celle du sirop & la cuisson ne s'achèverait pas.

On a aussi indiqué la quantité présumée de charbon à consommer ; (~~2.e Leçon. 2.e Form.~~) c'est une donnée essentielle pour pouvoir évaluer la dépense, en y joignant les autres frais. Ces sortes de calculs doivent toujours précéder les entreprises auxquelles on a l'intention de se livrer.

Suivant une expérience de Clairce par la vapeur, avec un K.me de sucre, on a reconnu que sa température était de 111.° & d'environ 100 calories ; on a jugé par là qu'il faut pour fondre 1000 K. de sucre une chaleur capable de produire 158 K.es de vapeurs. (V. la 3.e formule) ~~L. 158.~~

12e leçon.

Le dessin de l'appareil Taylor, tout incomplet qu'il paraît, peut en donner une idée; il est inutile d'en indiquer les dimensions ainsi que celles du fourneau & autres accessoires; on les connaîtra facilement en consultant les notions acquises dans les leçons précédentes.

Le tuyau de transmission de la vapeur doit être bien scellé aux parois de la chaudière à cuire, afin que le sirop ne puisse pas s'écouler par les fissures. Pour multiplier les points de contact de la chaleur avec le sirop, on peut donner au tuyau 25 ou 30 circonvolutions.

Lorsque ces tuyaux ont un petit diamètre soit environ 3 centimètres s'ils sont en cuivre, leurs parois peuvent n'avoir qu'une ½ ligne d'épaisseur, même avec une pression de 5 atmosphères; mais en augmentant le diamètre, il faudrait aussi augmenter l'épaisseur des parois; alors la chaleur se transmettrait plus difficilement. Il convient donc d'avoir des tuyaux étroits et pour qu'ils présentent la même surface on leur fait faire un plus grand nombre de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

circonvolutions ; de cette manière, la longueur compense la largeur.

Quoique la vapeur soit à une température peu élevée, en comparaison de celle d'un foyer, la chaleur qu'elle fournit est plus puissante que celle d'un fer rouge, à cause de la rapidité avec laquelle elle s'écoule et se renouvelle, comme on l'a déjà dit dans la dernière leçon.

On peut encore avoir une chaudière à cuire avec un double fond garni de plusieurs tuyaux étroits à la distance d'un pouce les uns des autres, dans lesquels on fait aussi passer de la vapeur. Tous ces moyens réunis produiraient une chaleur égale à celle d'un feu de forge, avec bien moins de combustible et sans craindre de brûler le sirop. Ensuite,

Dans la brasserie de M. Whitbread à Londres, on cuit la bierre par la vapeur. La chaudière est immense ; elle est au moins aussi grande que l'amphithéatre ; (*) ses parois sont

* le dégagement de vapeur de la chaudière à cuire serait tellement rapide qu'il empêcherait l'air d'y entrer et d'oxigéner le sucre.

(*) c'est immense en effet pour une chaudière, car notre amphithéatre contient 6 à 700 personnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-élevée pour pouvoir contenir la mousse qui monte à une hauteur considérable; il s'y forme en même temps une vapeur très-abondante qui s'en dégage & empêche l'air d'y pénétrer. Il en serait de même dans le raffinage du Sucre.

Lorsqu'on emploie le feu d'un foyer pour faire cuire le Sirop, il arrive souvent que l'air brûlé qui s'échappe est beaucoup trop chaud; il se fait donc une dissipation énorme & inutile de chaleur, ce qui n'a jamais lieu avec la vapeur. Ainsi ce dernier moyen présente des économies de plus d'un genre; il consomme moins de combustible & il produit plus de Sucre. L'économie

Le procédé de Taylor dont on vient de donner une description sommaire n'est pas encore adopté en France, non plus que celui d'Howard ou tout autre analogue, pourvu que la vapeur en soit le principal élément.

de combustible dépend principalement du point d'élévation de température de l'air brûlé quand il sort; dans l'application de la vapeur à la cuisson du Sucre on ne peut guère produire qu'une ou deux parties de vapeur pour une de charbon brûlé; mais on pourrait renvoyer à la chaudière de production la portion de vapeur qui n'aurait pas été condensée. (g)

(g.) Est-ce que la vapeur, une fois sortie de cette chaudière, ne doit pas se condenser entièrement? Serait-ce à cause de sa haute pression, et par conséquent de sa température élevée qu'il en resterait une portion à l'état de fluide élastique?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce n'est pas la faute de notre professeur, car il ne cesse depuis longtemps d'en préconiser les avantages.

L'appareil du procédé d'Howard est un peu moins connu que le précédent, auquel il paraît même préférable sous plusieurs rapports, quoique plus ancien. (V. la fig. H. 7.) Il offre une réunion de moyens qui supposent des connaissances très-étendues en mécanique, en physique et en chimie. Il a deux objets principaux, l'un d'ôter l'air dont le contact augmenterait la portion de mélasse, l'autre de diminuer la pression atmosphérique de l'intérieur de la chaudière, et par conséquent la température d'ébullition.

Il faut d'abord supposer une chaudière produisant la vapeur et à laquelle aboutit le tuyau horizontal **A** qui communique avec l'enveloppe **BB** de la chaudière **C** contenant le sirop à cuire. Cette chaudière doit être à peu près hémisphérique; elle est recouverte d'une espèce de calotte **D** de même forme qui la ferme hermétiquement pour empêcher tout accès de l'air; cependant on peut ménager à la partie supérieure ou latérale une tubulure qu'on ouvre et ferme à volonté pour pouvoir prendre du sirop avec une cuiller (ou son of) et juger de l'état de la cuisson. La vapeur produite par l'ébullition du sirop et qui remplit la capacité du couvercle, se dégage par un tuyau **E** horizontal puis recourbé, communiquant par deux branches garnies de soupapes dans les renflements **H**, avec une machine pneumatique **F**; l'objet de cette machine est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de favoriser le dégagement de la vapeur du sirop, ainsi que d'en accélérer l'ébullition en diminuant considérablement la pression par une soustraction rapide et abondante de la vapeur. La pression intérieure de la chaudière étant donc beaucoup moindre, le sirop peut bouillir à une température bien moins élevée que dans l'appareil précédent, et par conséquent il n'est pas nécessaire de donner une température et une pression de plusieurs atmosphères à la vapeur qui se transmet dans l'enveloppe inférieure de la chaudière pour chauffer le sirop. C'est un phénomène analogue à celui qui se produit sur les hautes montagnes où l'on sait que l'eau bout avec une chaleur qui, sur quelques-unes, telles que le cimboraco, ne s'élève guères au delà de 80°.

La vapeur chauffante qui se condense dans l'enveloppe sort par le tuyau vertical intérieur I, garni d'un robinet dont on modifie l'ouverture de manière à ne laisser écouler que l'eau condensée. Un autre tuyau K, à l'extrémité supérieure de l'enveloppe sert à l'issue de l'excédant de vapeur

qu'on peut, au besoin, employer à d'autres usages. Ce dernier tuyau peut aussi avoir une soupape qui ne s'ouvre que quand il y a réellement un excès de vapeur.

L'action du piston G de la machine pneumatique exige une force motrice assez grande qu'on pourrait trouver dans la vapeur même ou dans une chute d'eau; mais il ne faut pas y employer des chevaux, c'est un moyen trop dispendieux. Celles dont on fait usage en Angleterre sont mises en mouvement par des machines à vapeur de 15 à 20 chevaux car elles ont de très-grandes dimensions.

On peut également faire servir la machine pneumatique à la concentration et placer en outre dans la partie pa
Du sirop, ~~même en placant tout à côté~~ laquelle elle communique à la chaudière de cuisson
~~autre chose que~~ un condensateur ou réfrigérant qui diminuerait
~~beaucoup~~ la force motrice nécessaire pour l'action du piston; car cette force n'est employée principalement qu'à la condensation de la vapeur par la pression que le piston lui fait subir.

Avec cet appareil, il ne se fait jamais de mélasse dans le sirop, 1°. parce que l'ébullition a lieu à 60°, comme on peut s'en assurer par un thermomètre qui serait placé dans la chaudière, et dont la branche sortirait à travers le couvercle; 2°. parce qu'il est complètement à l'abri

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du contact de l'air qui, dans les autres procédés, détruit toujours une portion plus ou moins grande de sucre cristallisable qu'il décompose même à froid. On a donc du sirop très-blanc, et il faut moins de chaleur pour en opérer l'ébullition. Il arrive même quelquefois que le sucre cristallise dans la chaudière, et qu'on est obligé de la chauffer de nouveau pour le fondre et en faciliter l'écoulement. C'est au reste un inconvénient qu'on peut appeller heureux.

La différence des résultats est d'environ 12 p% en faveur du procédé d'Howard comparé aux anciens autres que par la vapeur; car ceux-ci ne donnent que 75 K.s de sucre blanc sur 100 de sucre brut, et par celui d'Howard on en obtient 85. Les produits pécuniaires sont de 175 f.s dans le premier cas, et de 198 f.s dans le second.

Ce Manufacturier a été dirigé dans son entreprise par le célèbre Physicien anglais Wollaston

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à qui notre Professeur doit les renseignemens qu'il vient de nous donner sur cet appareil. Son procédé est exploité maintenant dans plusieurs fabriques à qui ses héritiers ont vendu leurs droits de patentes; ces cessions seules leur ont valu plus de 12,000 ℔ sterling de rente, = 300,000 f. (h)

Il serait bien à désirer qu'on l'adoptât en France; mais malheureusement les idées utiles y trouvent trop de résistance; nos fabricans ont, en général, une véritable tendance à rester stationnaires. On l'a éprouvé déjà pour le chauffage de la teinture par la vapeur, dont les avantages sont bien démontrés depuis plus de 20 ans; ce ne fut qu'en 1811 que M. Oberkampf se détermina le premier à l'adopter, & personne ne suivit son exemple depuis cette époque

(h) On trouve une description des machines appareils à raffiner le sucre, par Howard, &c. dans l'Industriel de Xbre 1828.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

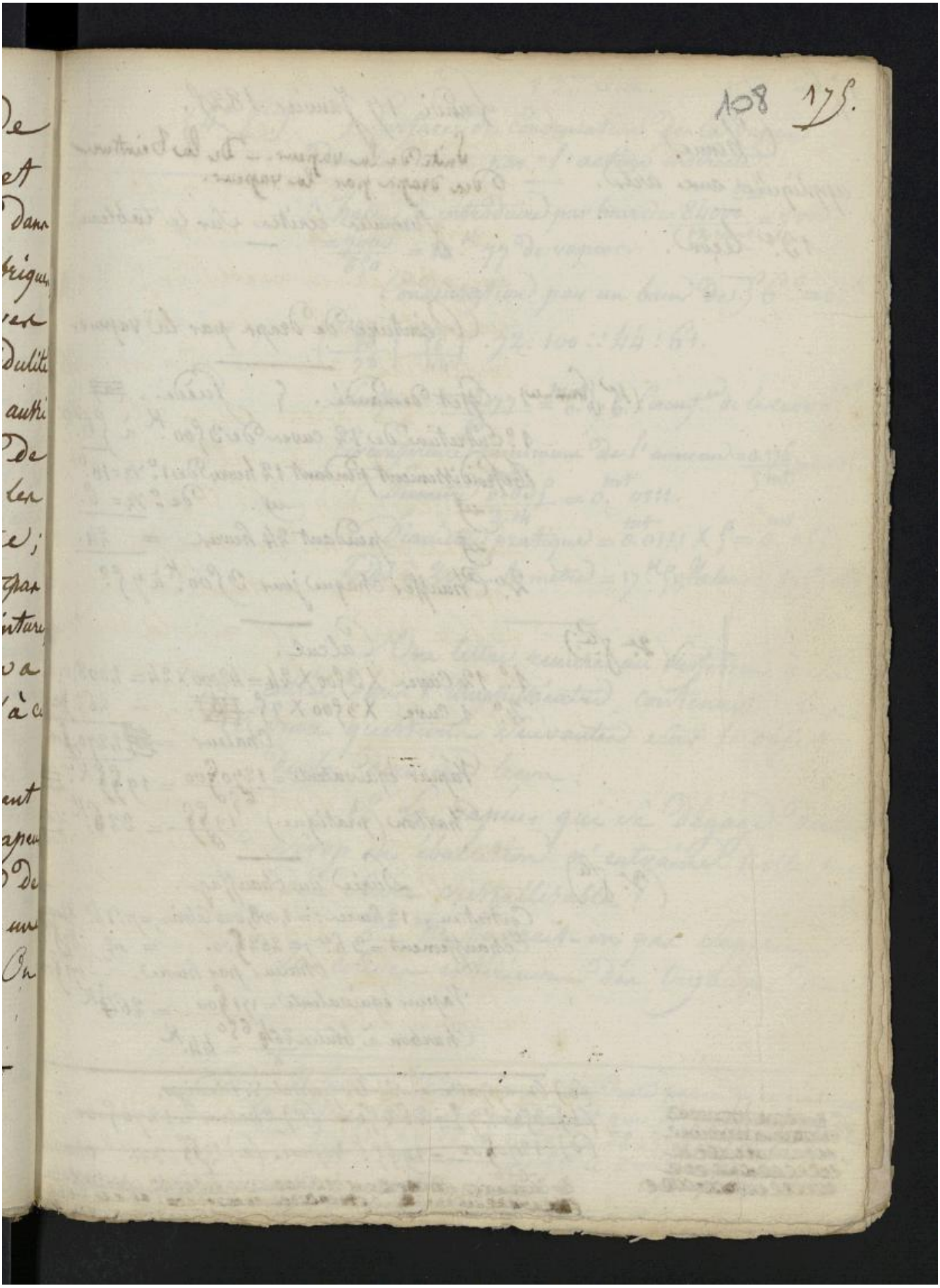
jusqu'en 1820. Alors ce mode commença à prendre faveur, et maintenant il est en usage dans un assez grand nombre de fabriques; mais il a fallu des preuves multipliées pour vaincre l'incrédulité.

On n'a pas encore été aussi heureux pour les raffineries de sucre, car on y suit toujours les anciens procédés de chauffage; cependant la résistance n'est pas moins fondée que pour la teinture, mais c'est inutilement qu'on a essayé de le démontrer jusqu'à ce jour.

Enfin, ce n'est pas uniquement comme force motrice que la vapeur est utile; son emploi présente de très-grands avantages dans une infinité d'autres circonstances. On ne saurait trop le répéter.

(i) V. la note b à la fin de la dernière leçon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

176.

Chimie appliquée aux arts.

13.e leçon.

Lundi 17 Janvier 1825.

Suite de la vapeur. — De la teinture des draps par la vapeur.

Formules écrites sur le tableau.

Teinture de draps par la vapeur.

(1.re formule) Effet demandé. 1.° Entretien de 12 cuves de 3500.K à 6.f

Refroidissement pendant 12 heures de 1.° 1/2 = 18.°

" " de " 1/2 = 6.

" pendant 24 heures = 24.

2.° Chauffer chaque jour 3500.K à 75.°

(2.e f.le)

Calcul.

1.° 12 Cuves × 3500 × 24 = 42000 × 24 = 1,008,000

2.° 1 Cuve × 3500 × 75 = 262,500

Chaleur = 1,270,500

Vapeur équivalente = $\frac{1270500}{650}$ = 1955.K

Charbon (pratique) $\frac{1955}{6}$ = 326.K

(3.e f.le)

Durée du chauffage.

Entretien = 12 heures ; = 1,008,000 calories, = pr. 1 h.re 84000

Echauffement = 3 h.res ; = 262500. = " 87500

Chaleur par heure 171500

Vapeur équivalente = $\frac{171500}{650}$ = 264.K

Charbon à brûler = $\frac{264}{6}$ = 44.K

(a) On appelle ainsi le pastel et l'indigo.

(b) 3500 × 75 = 262500. (c) Chaleur = 1270500.

(d) $\frac{1270500}{650}$ = 1955.K vapeur. (e) $\frac{1955}{6}$ = 326.K charbon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(4.e §.te) Surface de condensation de la vapeur dans les cuves par l'action indirecte.

Chaleur à introduire par heure $= \frac{84000}{12 \text{ cuves}} = 7000$.

$= \frac{7000}{650} = 10.^{k}77$ de vapeur.

Condensation par un bain de §6.° $= 61.^{k}$

$\left(\frac{100}{28}\left\{\frac{100}{56}\right.\right.$ $\left.\left.\frac{}{72}\right\}\frac{}{44}\right)$ 72 : 100 :: 44 : 61.

Surface $= \frac{10.77}{61} = \overset{m.q.}{0.176}$. Circonf.ce de la cuve $= 5.^{mt}$

Circonférence minimum de l'anneau $= \frac{0.176}{5\,mt.} = 0.03§$.

Diamètre $\frac{0.03§}{3.14} = 0.^{mt}0111$.

Diamètre pratique $= 0.^{mt}0111 \times § = 0.^{mt}0§§§$.

Poids à 20 K. le mètre $= 17.^{k}§0$. Valeur $= 87.^{f}§0$. (a)

Une lettre remise au Professeur à son entrée dans l'Amphithéatre, contenait les deux questions suivantes sur l'objet de la dernière leçon.

1.° La vapeur qui se dégage du sirop en ébullition n'entraîne-t-elle pas du sucre cristallisable?

2.° Ne pourrait-on pas supprimer les coudes extérieurs des tuyaux de

---

(a) Il faut $17.^{k}\,1/2$ de cuivre, sans doute parce qu'on quintuple la surface, sinon il n'en faudrait que $3.\,1/2$, car 1 : 20 :: 0.176 : 3.§ mais $0.176 \times § = 0.88$ et 1 : 20 :: 0,88 : 17,6. Si la valeur $= 87.^{f}§0.^{c}$ c'est à raison de §.f le k.me de cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

circulation de la vapeur dans l'appareil Taylor, & renfermer ces tuyaux entièrement, ou du moins leurs circonvolutions, dans la chaudière à cuire qui, par conséquent, n'aurait que deux ouvertures, l'une pour l'entrée du tuyau, l'autre pour la sortie?

Il a répondu:

1.° Sans doute la vapeur emporte une partie de sucre parce qu'il n'y a pas de corps absolument fixe dans la nature; ils se volatilisent tous plus ou moins, à toutes les températures, même au dessous de zéro, et dans ce dernier cas assez promptement encore pourvu que la pression soit diminuée. Ainsi, la glace se vaporise dans le vide barométrique; on le démontre par l'expérience suivante. Après avoir fixé à la voûte du tube d'un baromètre une petite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quantité de potasse ou de muriate de chaux, (substances très-déliquescentes) on introduit dans le même tube un petit morceau de glace qui monte à la surface de la colonne de mercure; il est donc à la distance d'environ 2 décimètres du corps fixé à la voûte; cependant la vapeur qui se dégage de la glace suffit pour liquéfier ce corps qu'on voit couler sur le mercure. Les températures élevées produisant le même effet qu'une diminution de pression, les corps les plus fixes doivent donc aussi subir une évaporation.

On fait la même remarque dans la distillation du vin. Les vapeurs alcooliques qui s'en dégagent entraînent avec elles non seulement de la vapeur d'eau, mais encore du cuivre de la chaudière; on a vu des serpentins dont les parois intérieures étaient tapissées,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

après le refroidissement, d'une espèce de feutre de cuivre qui s'y était déposé & qui avait été emporté par la vapeur de l'alcool.

Au reste, la quantité de sucre ainsi enlevée par la vapeur du sirop est fort peu de chose; on l'évalue tout au plus à 1/4 pr. %, par comparaison avec la perte que subissent les sels dans des circonstances analogues, le sucre, tout volatil qu'il est, valant environ 80 fois cela fait environ 20. par quintal; or, les dépenses qu'on serait obligé de faire pour l'empêcher absorberaient au delà du bénéfice qu'on en retirerait.

2°. Il n'y aurait aucun inconvénient, quant aux résultats de l'ébullition du sirop, à renfermer les tuyaux dans l'intérieur de la chaudière; mais cela serait d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exécution plus difficile pour la formation des coudes, parce qu'il ne faut pas employer de soudure d'étain pour la réunion des tuyaux; cette soudure ne résiste pas plus de 2 ou 3 jours à l'action de la vapeur. On y supplée avec du cuivre brasé ou avec une bride en fer à la jonction des deux tuyaux mâle & femelle; on y ajoute un mastic fait de blanc de céruse et de minium qui bouche parfaitement les fissures & que la vapeur n'altère pas. Cette opération se fait bien plus commodément hors de la chaudière; avec des tuyaux à coudes intérieurs, le cuivre serait très-difficile à braser. En définitive, ce n'est qu'un peu plus de cuivre qu'il faut employer.

Lorsqu'il sera plus spécialement question du raffinage du sucre, on ajoutera quelques développemens à ce qui a déjà été dit dans la dernière leçon,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

13e Leçon.

Sur l'application de la vapeur au chauffage du sirop; mais nous pouvons dès à présent reconnaître combien ce procédé doit être avantageux. L'économie ne fût-elle que de 5 p% sur les produits du sucre, cela procurerait un bénéfice quotidien de 2500f. à une raffinerie comme celle de Mr. Delessert à Passy, qui doit, dans quelque temps, en exploiter 20000 K.mes par jours; et pourtant, cette économie n'est pas la seule; celle qu'on fait sur le combustible est plus grande encore. (b)

Le procédé de Taylor & Martineau exige moins de capitaux pour son exécution que celui d'Howard; toutefois on ne peut pas [redacted] en garantir le succès comme pour ce dernier, parce que les résultats n'en sont pas encore bien connus.

(b) Mr. Clément a sans doute voulu dire que l'économie du combustible serait de plus de 5 p% mais non pas de plus de 2500f. par jours; car cela serait supposer une consommation journalière de combustible qui s'élèverait à plusieurs milliers de francs, ce qui paraîtrait absurde. Cependant, il a dit dans la dernière leçon que la différence des produits pécuniaires en faveur du chauffage à la vapeur par procédé d'Howard, était d'environ 12 p% [illegible] la vérité il faut prélever les intérêts des capitaux employés à la construction de l'appareil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un raffineur qui a une exploitation de plus de 2 mois
~~Un raffineur a fait l'essai de ce~~
~~Sucre fras a fait~~ a fait l'essai de ce mode de chauffage avec un appareil analogue à celui de Taylor ; mais il était probablement mal exécuté, car au bout de quelques minutes la circulation de la vapeur cessait dans la plus grande partie des tuyaux où elle se condensait. Le remède ~~semble~~ pourtant facile ; il suffirait de mettre la chaudière à cuire dans un plan beaucoup plus élevé que la chaudière à vapeur & de donner aux tuyaux une inclinaison vers cette dernière ; alors l'eau provenant de la vapeur condensée y coulerait & ne serait plus un obstacle à la transmission d'une nouvelle vapeur. Si ce fabricant avait pris le conseil d'un bon mécanicien, son appareil mieux exécuté lui aurait procuré un bénéfice de 300000 f. depuis 18 mois qu'il a tenté cet essai. Il est rare que les procédés reconnus bons en théorie manquent autrement que par l'ignorance de ceux qui les mettent en pratique.

Les entrepreneurs d'industrie ne doivent pas se mêler de l'exécution des machines ; il faut qu'ils ayent recours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

13e. Leçon.

à des Ingénieurs expérimentés.

A Marseille, où il n'y a aucun bon atelier de machines, non plus que dans tout le midi de la France, on a néanmoins exécuté dans une fabrique de Sucre un Simulacre de l'appareil d'Howard. On a adapté à la chaudière à cuire une machine pneumatique qu'on fait mouvoir par un mauvais manège; mais on continue à chauffer le Sirop par l'action immédiate du feu sur la chaudière. Malgré l'imperfection de cet appareil, il a procuré d'assez grands bénéfices; le Sirop est très blanc & le Sucre de meilleure qualité. Cependant une portion du Sirop, la plus visqueuse, pourrait encore se caraméliser; mais comme l'ébullition s'opère à une température peu élevée, au moyen de la diminution de pression due à l'action de la machine pneumatique on peut modérer le feu sous la chaudière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

13e leçon. 13 18[illegible].

Ceux des usages de la vapeur dont nous avons à nous occuper aujourd'hui n'exigent que de grandes détails.

L'extraction de l'huile est une des opérations auxquelles on peut substituer avec avantage l'action de la vapeur à celle du feu.

C'est par la pression mieux que par la chaleur qu'on extrait l'huile des graines oléagineuses; mais on y fait aussi concourir l'action du feu. Il arrive souvent que les graines se brûlent & il se fait de l'huile empyreumatique (quoique celles puissent subir une température de 320° sans se décomposer). On éviterait cet inconvénient en faisant circuler de la vapeur autour du pressoir, au lieu d'exposer préalablement les graines à l'action d'un feu nu. Toutefois, ici il n'y aurait que meilleure qualité de produits & non pas ~~et augmentation~~ sans économie de combustible, car la consommation serait à peu près la même; mais cette économie n'est pas toujours un des résultats de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

13e. Leçon.

l'emploi de la vapeur; quelquefois même, rarement à la vérité, la consommation est plus forte, mais bien compensée par d'autres avantages.

La vapeur peut également être employée à la fonte du suif.

La graisse d'où on extrait le suif est renfermée dans des cellules; elle est ordinairement en grosses masses que l'on coupe avant de la mettre dans la chaudière au fond de laquelle il y a un peu d'eau. La première chaleur fait fondre la portion de graisse dont les cellules ont été coupées; entretenant la température s'élevant, le peu d'eau qu'il y a dans la chaudière se vaporise; alors les cellules des membranes renfermant la graisse qui n'ont pas été divisées par la section de la masse, se dessèchent, se contractent et crevent, parce que le suif est incompressible; il sort donc

main il est d'une mauvaise qualité qu'il doit à l'influence de ces membranes, substances devenues malfaisantes & pyrogénées par la trop grande dessiccation.

Ce procédé, qu'on peut appeller barbare, est celui qu'on employe particulièrement à Buenos ayres & en Russie, pays où l'on fait beaucoup de suif. Aussi est-il jaune & plus fluide que celui qu'on fait à Paris où l'on broye la graisse pour en briser les cellules, avant de la faire fondre. Il doit sa fluidité à l'espèce de distillation qu'il subit dans le procédé qu'on vient de décrire; c'est une propriété qu'acquièrent ainsi toutes les substances de ce genre; la cire distillée n'a plus que la consistance du suif & le suif distillé devient liquide comme l'huile.

En substituant la vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au feu, la température n'est jamais élevée & tous les inconvéniens disparaissent ; mais il ne faut pas la mêler avec le Suif, parce que les membranes se décomposeraient dans l'eau bouillante qui proviendrait de la condensation, et elles formeraient une gélatine qui, se combinant avec le Suif, le ferait pourrir en magasin, au bout de quelques jours. C'est un accident que M. Clément a éprouvé lui-même, la première fois qu'il s'est servi de la vapeur pour opérer la fonte du Suif ; il faut donc l'employer indirectement, c'est-à-dire, la faire circuler autour de la chaudière ou dans son intérieur, comme pour le raffinage du Sucre.

La consommation du combustible est extrêmement modique dans la fonte du Suif par la vapeur ; elle n'est que de 12 à 13 c. par 100 k.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on a poussé à cet égard les perfectionnemens aussi loin qu'ils pouvaient aller ; ce serait prendre son temps que d'en chercher encore. En supposant qu'on y parvînt, on n'en retirerait jamais qu'un très-petit avantage qui ne dédommagerait guère de la peine & des dépenses peut-être que les essais occasionneraient. Il en est ainsi dans presque toutes les circonstances ; les premiers perfectionnemens sont les plus faciles & les plus productifs ; les derniers sont pénibles & peu profitables.

Un autre emploi indirect de la vapeur consiste dans le chauffage de l'air des appartemens ou des séchoirs. C'est surtout pour la poudre à canon que ce procédé est avantageux ; il est usité en France & il réussit très-bien. On évite ainsi tous les dangers auxquels on est exposé avec le feu, comme dans ce séchoir où il y avait un poêle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

13e. Leçon.

chauffé au rouge à une distance de 2 ou 3 pieds de la poudre, et dont il a déjà été question dans une des séances précédentes, en parlant de la nécessité d'y renouveller l'air. (V. la 8e. leçon.) Il sera parlé plus tard du chauffage des appartemens par la vapeur. (V. la 23e. leçon.) Dans ces diverses circonstances, il convient de placer la chaudière d'ébullition ou le réservoir à vapeur dans un lieu plus bas que celui où la vapeur doit être transmise, comme dans une cave, afin que les tuyaux ayent une inclinaison qui facilite le retour dans la chaudière de l'eau résultant de la vapeur condensée durant le trajet, et qu'il empêche y circuler de nouvelle vapeur sans qu'ils soient jamais obstrués. Cette dernière condition est d'autant plus nécessaire qu'il se fait toujours une condensation dans les tuyaux, surtout au commencement de l'opération, jusqu'à ce qu'ils ayent acquis la température de la vapeur.

La teinture des draps est un des arts qui font le plus utile emploi de la vapeur. Les formules tracées sur le tableau font connaître les moyens d'exécuter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et les résultats de ce nouveau procédé.

~~Pl. 196~~

Le liquide de la chaudière ou de la cuve doit être tiède, et aussi constamment que possible à la température de 56°. Au fond de la cuve est la guède, matière qui fournit la teinture, et qui forme une espèce de boue.

Dans l'ancien procédé, il y avait deux manières de chauffer la teinture, l'une en appliquant l'action directe du feu contre les parois de la cuve, mais au dessus de la partie contenant la guède, l'autre en faisant chauffer le liquide dans une chaudière voisine; ce dernier moyen est encore inférieur à l'autre.

Un grand inconvénient de ce mode de chauffage consiste dans les variations de température qu'il ~~est~~ est extrêmement difficile d'empêcher. La laine alors devient dure et la teinture ne s'y applique que parfaitement.

Le chauffage par la vapeur fait disparaître cet inconvénient outre l'économie de combustible qu'il procure. Les conditions à remplir pour obtenir l'effet demandé sont indiquées dans la solution du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

problème suivant, ainsi qu'on le voit dans les formules subsidiaires. ~~(1)~~

~~1.° Il s'agit de rendre à chaque cuve les 24.° de chaleur qu'elle perd par le refroidissement qui est de 1.° par heure pendant les 12 heures de travail & d'un ½° aussi par heure pendant les 12 heures de nuit ou de repos.~~ Ces quantités ont été déduites d'expériences faites par M. Clément avant l'application des procédés dus à M. Payen. ~~Il faut donc à chaque~~

1.° Il faut renouveller tous les jours une cuve qui doit être portée en trois heures à la température de 75.°

Le problème ainsi posé est facile à résoudre. On voit en effet par le calcul, que la chaleur qu'il faut produire équivaut à celle qui constitue 1955 K.rs de vapeur environ, ~~& qu'on peut~~ qu'on peut obtenir avec 326 K.rs de charbon, même en n'utilisant que la moitié ou un peu plus de la chaleur fournie par le charbon, puisque K.me = 7050 Calories, = 10.K 85 de vapeur = $\frac{7050}{650}$ & qu'on ne le considère ici

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que comme équivalant à 6 K.gr de vapeur. (V. 1re Leçon)

Sous la durée du chauffage, nous voyons que puisqu'il est de 12 heures, il faudrait consommer 44 K.gr de charbon par heure pour former les 264 K.gr de vapeur qui doivent fournir la chaleur nécessaire en une heure. (C) (V. la 3e formule.)

Quant aux dimensions du fourneau, de la cheminée, et autres accessoires, on peut aisément les trouver au moyen des notions données dans les leçons précédentes et qu'il est inutile de répéter ici. Le Professeur engage ses auditeurs à les rechercher eux-mêmes par forme d'exercice et à compléter ainsi la solution du problème. On fait seulement remarquer qu'un seul foyer suffit au lieu de 18 ou 20 qu'il fallait avec l'ancien procédé, parce que chaque chaudière avait le sien.

Le chauffage de la teinture pourrait s'opérer par l'emploi direct, c.à.d. par le mélange de la vapeur; dans ce cas, il ne faut pas de tuyaux de circulation. Celui d'introduction doit avoir un très-petit orifice, sinon la suie et l'eau pourraient y entrer et l'obstruer. Cependant il ne faut pas employer

---

(C) Oui, pendant les trois heures consacrées au renouvellement d'une cuve; mais pendant les neuf autres heures où il suffit de rendre aux douze cuves la chaleur qu'elle perdent par le refroidissement, il ne faudrait qu'environ 21 K.gr de charbon par heure. Ainsi

$$\left.\begin{array}{l} 9 \times 21.\text{ K.gr} = 193.\text{ K.gr} \\ 3 \times 44 \quad = 132 \text{ "} \end{array}\right\} = 325.\text{ K.gr} = \text{la consommation totale}$$

pendant douze heures conformément à la partie précédente de la formule.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce moyen tous les jours, parce que le bain de teinture
deviendrait trop abondant, et il faudrait jeter l'excédant
ou ajouter de la matière colorante; or, cette matière
est l'indigo qui coûte fort cher; il faut donc la ménager.
Alors, on est obligé, au moins quelquefois, de se servir
de tuyaux de circulation, surtout dans les cuves
refroidies. Dans le chauffage par le mélange de la
vapeur ou l'emploi direct, on peut faire de légers traits
de scie sur la longueur des tuyaux d'introduction,
afin d'établir les issues de la vapeur, et pour qu'il
n'y ait par retour de l'eau résultant de la condensation
qui s'opère promptement. La vapeur sort ainsi en
forme d'éventail et se trouve en contact avec une
très-grande surface de liquide qu'elle échauffe
également par tout. S'il n'y avait qu'un orifice
d'introduction de la vapeur dans la cuve, et qu'il
fût d'un diamètre capable d'en laisser sortir
autant que par l'autre procédé, elle s'y élancerait et
traverserait l'eau avec tant de rapidité que l'é-
bullition n'aurait lieu que dans un rayon très-limité
autour de la gerbe de vapeur, mais avec une telle force
que l'eau s'élèverait à gros bouillons jusqu'à sortir hors
de la cuve, quoique la température n'y fût que de 94°.
C'est ce qu'on a éprouvé dans les premiers essais qui
ont été faits de ce moyen de chauffage à la
manufacture d'indiennes de feu M. Oberkampf, à
Jouy. Ce résultat aurait rendu douteux le succès
de l'emploi de la vapeur dans la teinture; mais
par l'autre mode d'introduction il réussit complètement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutefois, cet emploi direct n'est avantageux que dans les manufactures d'indiennes où il faut de l'eau bouillante. Pour les températures intérieures, nécessaires dans la teinture des draps, l'emploi indirect vaut mieux parce qu'il est plus facile de le régulariser.

La teinture d'indiennes par la vapeur a encore l'avantage d'être plus égale; il ne s'y fait pas de taches comme par l'autre procédé. Ces taches en diminuant la valeur quelquefois d'un franc et plus par pièce; cependant en ne comptant la diminution qu'à raison de 50 c., il y a un bénéfice de plus des 3/5 dans le nouveau procédé. (V. la 1re formule de la 27e leçon du Cours de 1826.)

La forme cylindrique est celle qui convient aux tuyaux de transmission de la vapeur. Si leurs parois étaient plates, elles se déformeraient, soit en s'aplatissant davantage lorsque la vapeur ne les remplirait pas, soit en prenant une forme convexe quand la pression intérieure deviendrait un peu plus forte.

Les tuyaux destinés à chauffer l'intérieur de la cuve directement ou indirectement, doivent y être disposés en hélice près de ses parois, et non debout ni en travers, parce qu'il faut avoir la facilité de remuer la laine en tout sens dans la cuve où sont aussi les autres appareils nécessaires à l'opération, rouleaux, moulinets &c. Ces tuyaux sont en cuivre; ils forment une espèce d'anneau dans la cuve.

La surface de condensation de la vapeur est facile à évaluer dès qu'on sait combien chaque cuve exige de chaleur; c'est ce qu'explique la dernière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

formule où l'on voit qu'il faut y introduire par heure 10.K77. de vapeurs.

Nous savons, par ce qui a été dit dans une des leçons précédentes, que la vapeur traversant un tuyau plongé dans un bain d'eau à la température constante de 28.°, il s'en condense 100 K.mes par heure sous une surface d'un mètre quarré, mais ici le bain a une température de 56.°; donc la quantité condensée sera moindre. La proportion suivante fait connaître que cette quantité = 61 K.s (K. ls 61. fle)

72.° : 100 K. :: 44.° : 61.K

72 & 44° expriment la différence de température entre la vapeur et le bain dans les deux cas. Et puisqu'il n'en faut condenser que 10.K77 au lieu de 61.K, il suffira d'avoir une surface de 0.m176 au lieu d'un mètre quarré. Telle serait donc, en théorie, celle du tuyau de circulation. D'après les mêmes données, il suffirait que son diamètre fût de 0.m011 cependant on quintuple ordinairement ces dimensions dans la pratique, parce que la boue et d'autres matières qui peuvent s'attacher à un tuyau d'une très-petite surface nuiraient à la transmission de la chaleur fournie par la vapeur. Il faudrait donc environ les 7/8 d'un mètre quarré de cuivre = 17.K5. qui ne coûteraient guère plus de 87.f

Un autre avantage de ce procédé de chauffage, c'est que la cuve

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut être en bois, tandis qu'elle devait être en cuivre dans l'ancien procédé, puisqu'elle rapportait l'action du feu. Or, une chaudière de la capacité de 3500.^{k} ou litres coûtait au moins 1800.^{f}; il ne fallait pas moins de 120 pieds quarrés de cuivre, # d'une feuille plus épaisse que celui des tuyaux. On peut ajouter que les substances ne se tachent pas & se conservent mieux dans une cuve en bois. En outre, il y a bien moins de perte de chaleur, le bois étant mauvais #

conducteur de calorique. Il est même préférable à la pierre, sous ce dernier rapport. Ces cuves sont de forme prismatique. (d)

Le nouveau procédé est exécuté à Elbeuf avec succès depuis quelque temps par MM.rs Grandin & Duvergier. Les appareils ont été construits sous la direction de M.r Clément.

Dans la leçon prochaine, on traitera de la puissance mécanique de la vapeur; c'est le plus important des usages de ce fluide.

(d) Tous les nombres employés dans les formules dérivent les uns des autres, excepté le nombre 3.14 qui a servi à diviser la circonférence de l'anneau pour déterminer le diamètre du tuyau et qui pourtant n'est pas arbitraire. Il exprime toujours très-approximativement le rapport entre le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diamètre & la circonférence d'un cercle quelconque. Avec ce nombre, lorsqu'une de ces deux dimensions est donnée, on parvient à connaître l'autre par la multiplication ou la division. Si c'est le diamètre qui est donné, on le multiplie par 3.14. et le produit = la circonférence. Si c'est au contraire cette dernière dimension qui est donnée, on la divise par le même nombre 3.14. et le quotient = le diamètre. Par exemple:

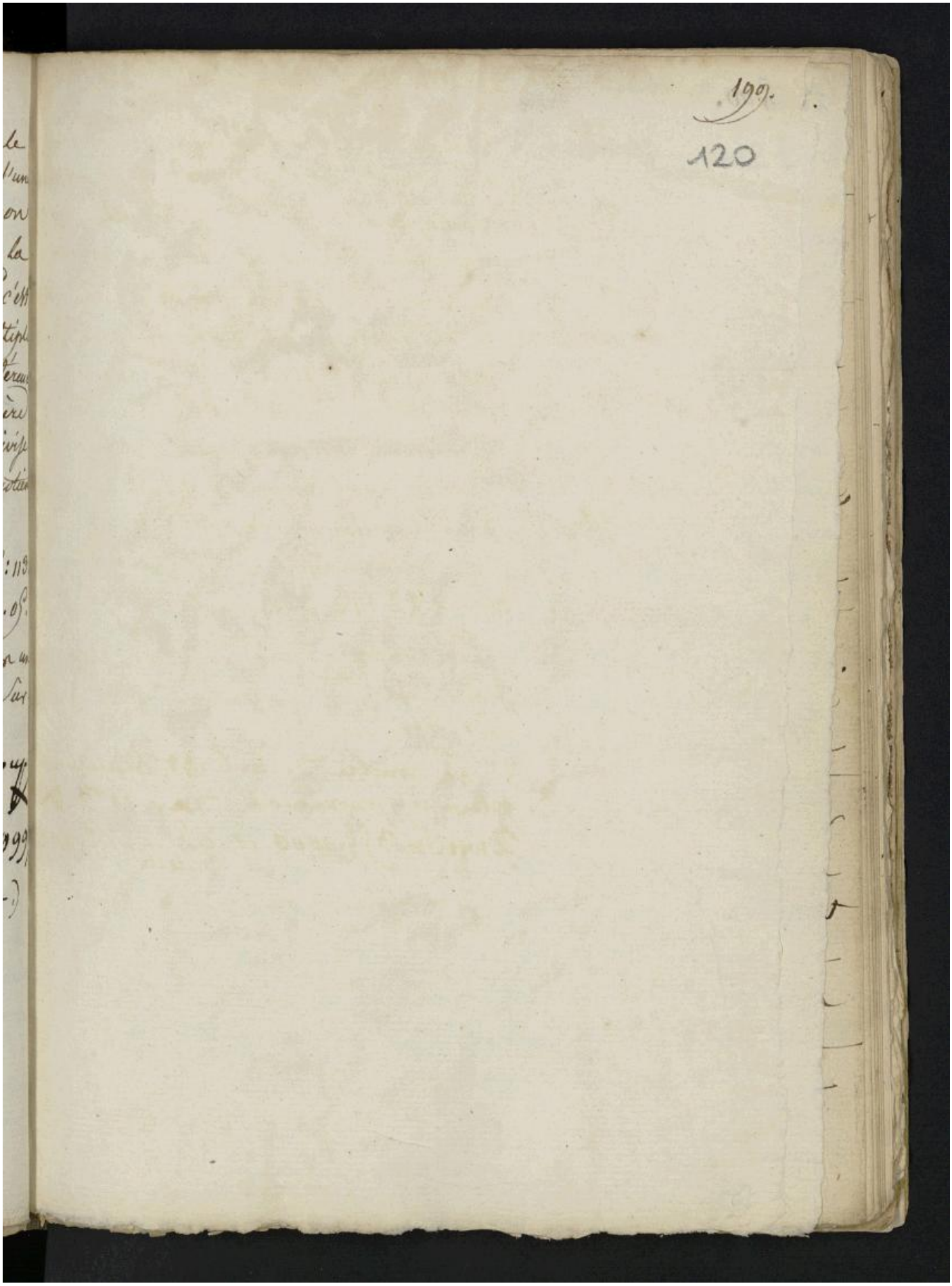
La circonférence : au diamètre :: 355 : 113
or, 113 × 3.14 = 354.82. et $\frac{355}{3.14}$ = 113.05.

Ces approximations suffisent dans un grand nombre de circonstances et surtout dans les arts.

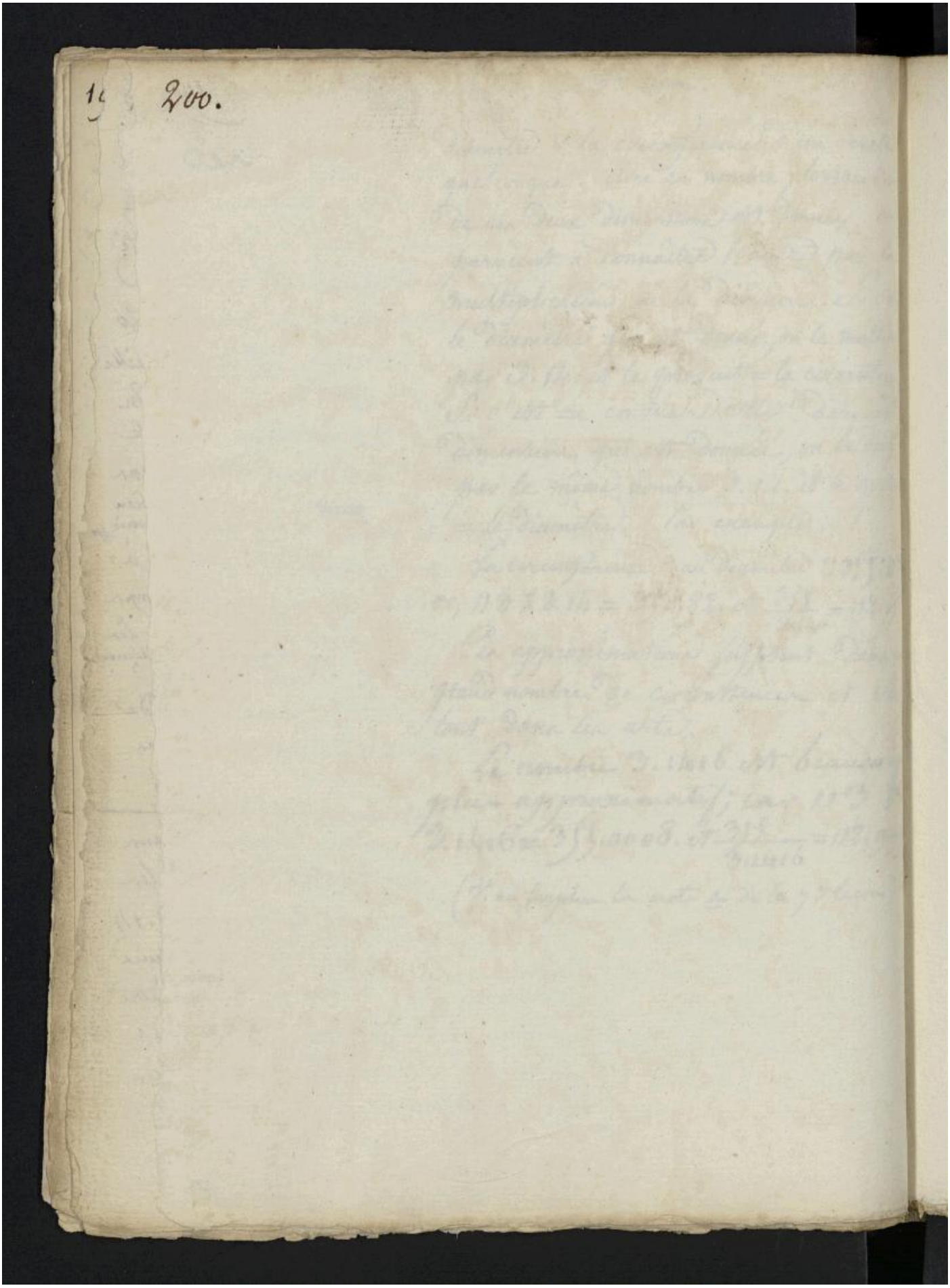
Le nombre 3.1416 est beaucoup plus approximatif; car 113 × 3.1416 = 355.0008. et $\frac{355}{3.1416}$ = 112.999

(V. au surplus la note a de la 7e Leçon.)

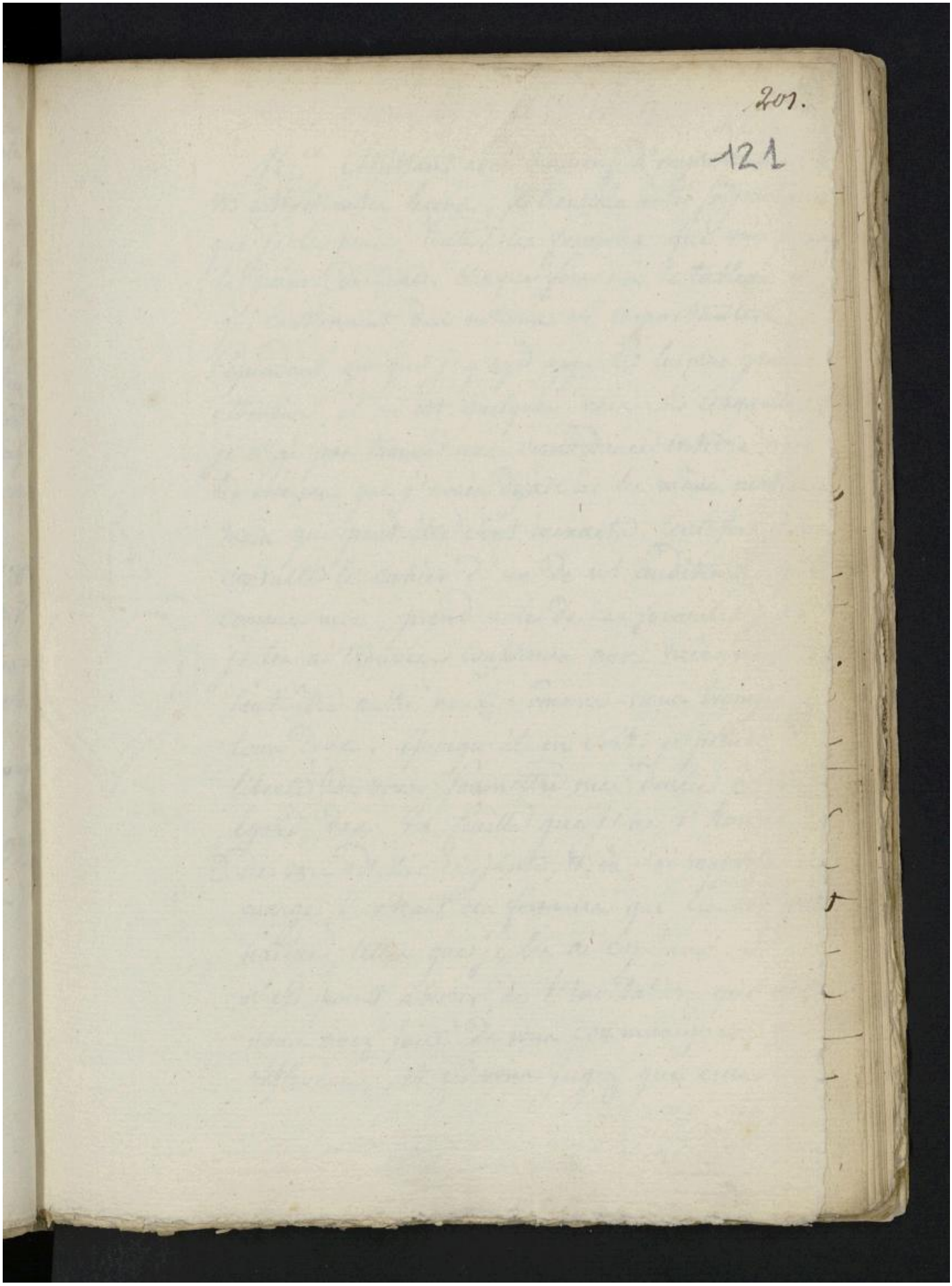
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



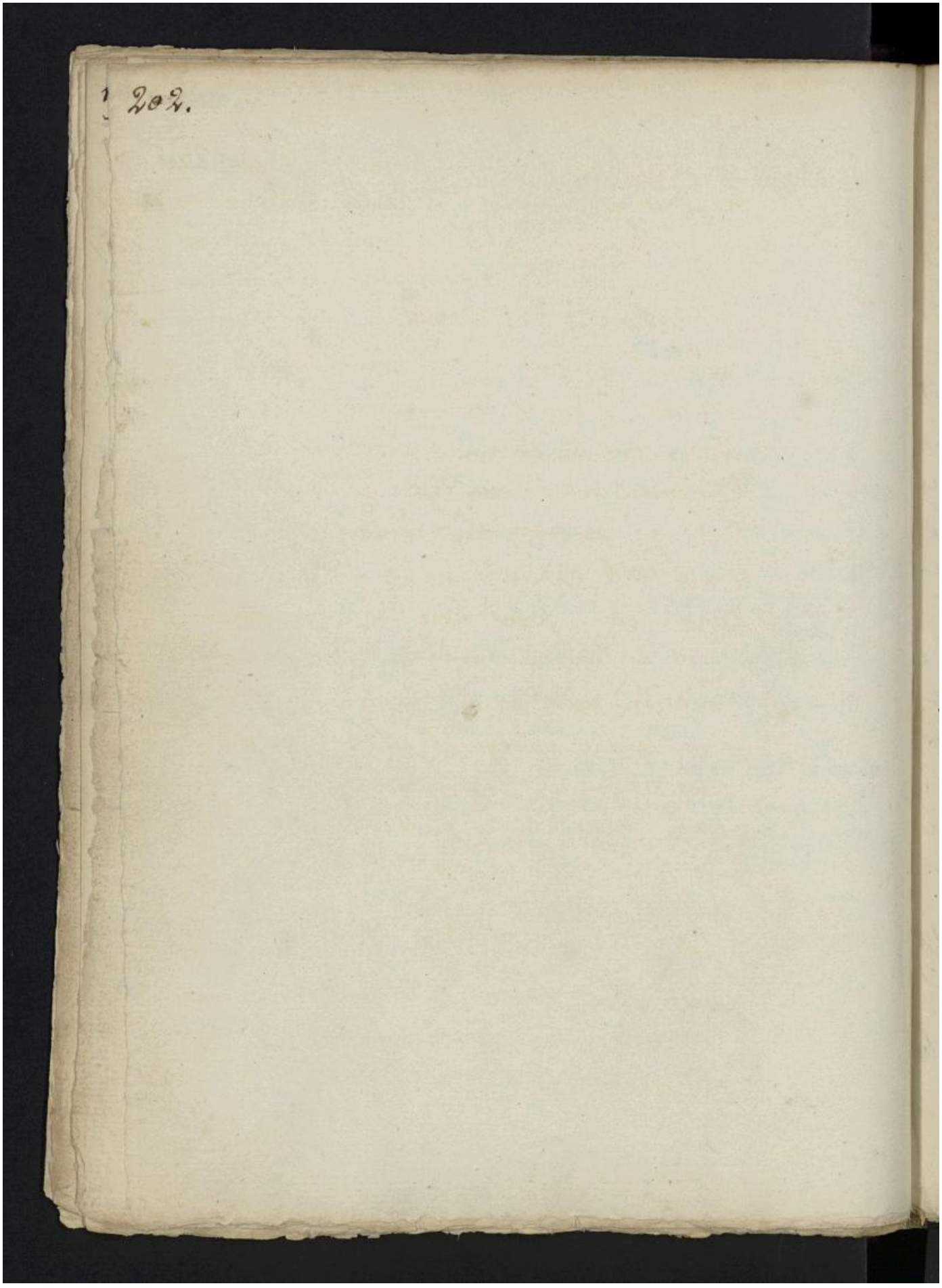
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Paris, le 27 9.bre 1824. 122

M.r Assistant avec beaucoup d'empressement à vos intéressantes leçons, je transcris aussi soigneusement que je le puis, toutes les formules que vous prenez la peine de tracer chaque soir sur le tableau et qui contiennent des notions si importantes. Cependant, quoique j'y aye apporté la plus grande attention, il en est quelques-unes sur lesquelles je n'ai pas trouvé une concordance entière avec les élémens que j'avais déjà sur les mêmes matières, mais qui peut-être sont inexacts. Toutefois j'ai consulté le cahier d'un de vos auditeurs qui comme moi, prend note de ces formules, et je les ai trouvées conformes aux miennes. Peut-être aussi nous sommes-nous trompés tous deux. Quoiqu'il en soit, je prends la liberté de vous soumettre mes doutes à cet égard, dans la feuille que j'ai l'honneur de vous adresser ci-jointe, et où j'ai rapporté en marge l'extrait des formules qui les ont fait naître, telles que je les ai copiées. Si ce n'est point abuser de l'invitation que vous nous avez faite de vous communiquer nos réflexions, et si vous jugez que celles-ci

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vaillent la peine d'être examinées, si vous avez surtout le temps de vous en occuper, j'ose vous prier d'avoir la bonté d'en faire connaître le résultat dans l'une de vos prochaines leçons, ainsi que la cause des erreurs que j'aurai pu faire, car j'ai extrêmement à cœur de n'avoir que des notions certaines sur les questions bien dignes de remarque qui font l'objet de votre Cours ; aussi est-ce le seul désir de m'instruire qui m'a porté à cette démarche. Je vous prie donc, M.r, d'être bien persuadé qu'elle n'a pas d'autre but & de vouloir bien l'excuser si elle vous paraissait importune.

Veuillez aussi agréer l'assurance des sentimens de la haute considération avec laquelle j'ai l'honneur d'être

Mr

§ Valeur de quelques nombres employés dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

opérations ci-après :

1.K 298. = le poids d'un mètre cube d'air atmosphérique à la temp.re de 0°.
0. 301. = celui de l'oxigène qui se trouve dans ce mètre cube.
0. 997. = celui de l'azote idem id
m.cb. 0. 210. = le volume de l'oxigène id id
0. 790. = celui de l'azote id id
0.K 723. = le poids de l'oxigène qui se trouve dans un K.me d'acide carb.que
0. 277. = celui de la vapeur de carbone id
2. 66. } = le poids de l'oxigène absorbé par un K.me de charbon.
2. 61. }
m.cb. 1. 848. } = le volume de cet oxigène.
1. 821. }
11.K 427. = le poids de l'air où il se trouve 2.K 66. d'oxigène.
11. 255. = id id 2. 61 id
m.cb. 8. 804. = le volume de l'air qui contient 1.m.cb 848. d'oxigène.
8. 671. = id id 1. 821 id
10. 08. = 9. 701. d'air passant de zéro à 10.° 55.
9. 148. = 8. 804 id id
9. 01. = 8. 671 id id

---

§ Suivant les expériences les plus récentes citées dans les derniers cours de chimie, la densité de divers fluides élastiques et leur poids respectif doivent être déterminés comme ci-dessous.

	densité.	poids d'un litre.		
Air.	1.0000	1.298.		
Oxigène.	1.1025.	1.431.	1.1025 ; 1.431	
hydrogène.	0.0688	0.089.	0.0688. : 0. 089	
Vapeur de carbone.	0.4220	0.548.	0.4220 : 0.548	
Azote.	0.9720	1.262.	0.9720 : 1.262.	:: 1 : 1,298.
hydrogène bi-carboné.	0.9816.	1.274.	0.9816. : 1.274.	
id proto-carboné.	0.5596	0.726.	0.5596. : 0.726	
Acide carbonique.	1.5245.	1.979.	1.5245 : 1.979.	
Oxide de Carbone.	0.9733.	1.264.	0.9733 : 1.264.	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie appliquée aux Arts.

Cours ouvert le 6 9.bre 1821.

Extrait

De quelques formules écrites sur le tableau.

(2e. leçon. 2e. formule. ~~Pag 14.~~) L'huile de noix est composée de { 79.77 de carbone. 10.87 d'hydrogène 9.38 d'oxigène.

(2e leçon. 4e. formule. ~~Pag 14.~~) Un Kilogramme d'huile donne 800 litres de gaz propre à l'éclairage.

(3e leçon. 2e. formule. ~~Pag 17.~~) 1.Kme d'huile = 830 litres de gaz ;
à 1m.175 = 975 l. 25.

(eg 2e formule.) Un argand au gaz de l'huile = 38 lit. par heure. à 1.175 = 44 l.

Soumis à M. Clément Desormes sur les résultats que présentent les formules ci-contre.

Ces trois nombres ne font que 99.52 ; il manquerait donc 0.48. pour faire 100 parties des élémens qui constituent l'huile. Si ce déficit appartient à l'hydrogène, comme on peut le présumer, d'après les autres espèces d'huile qui en contiennent davantage, la quantité de ce gaz sera de 11. 05. = 10.57 + 0.48. J'ajoute d'ailleurs cette différence à l'hydrogène, afin de trouver dans le Kilogramme d'huile, quelques litres de plus en hydrogène carboné.

L'hydrogène bi-carboné qu'on extrait de l'huile est composé de 2 volumes d'hydrogène et 2 de vapeur de carbone, condensés en un seul ; ainsi, un litre de ce premier gaz en contient 2 de chacun des deux autres. Il y a

autre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autre 2 volumes d'hydrogène dans le proto-carboné, mais un seul de vapeur de carbone.

Puisqu'un K.me d'huile ne contient que 0.110 d'hydrogène, cela ne fait que 1242 litres = $\frac{110.500}{0.089}$. Le diviseur est le poids d'un litre d'hydrogène pur. ~~(V. f. 208.)~~ $\frac{1242}{2}$ = 621 volumes d'hydrogène à combiner avec la vapeur de carbone pour faire un pareil nombre de litres d'hydrogène carboné, quel que soit le degré. S'il est bi-carboné, il faudra autre 1242 litres de vapeur de carbone = 680.616 = 1242 X 0.548, poids d'un litre de cette vapeur. ~~(V. f. 208.)~~ Il n'y aura donc que 621 litres d'hydrogène bi-carboné dont la densité sera de 0.9816 (V. f. 208.) le poids du litre de ce gaz étant de 1274 ~~(V. f. 208.)~~ Son poids total = 1274 X 621 = 791.1 = { 110. d'hyd.ne / 680.6. carbone.

Ainsi, 38 litres consommés par un bec de lumière pendant une heure = 38 X 1.274. = 48.441.

S'il

210.

(Extrait du Tableau.)

(4.e Leçon.) ~~1.re formule. Page 30.~~ La consommation d'huile par heure,
pour une lampe { d'argand = 30.g
de Carcel = 40.

N.a ceci est extrait de la formule qui a été annullée ; mais ce n'était pas dans ces indications que consistait l'erreur.

(5.e Leçon.) ~~4.e Lec. 4.e formule.~~ Dépense par { l'huile ..... 70,000 f
le gaz de l'huile 50,000.
Différence 20,000 moins quelques fra

S'il ne se faisait que de l'hydrogène proto carboné, il n'en faudrait par moins la totalité de l'hydrogène avec 621 litres seulement de vapeur de carbone pour faire 621 litres du gaz mixte dont la densité ~~[illegible]~~ ne serait que de 0.5596, et le litre du poids de 0.726. ~~[illegible]~~ Son poids total serait de 451 Gmes = 621 X 0.726. Mais alors il en faudrait peut-être plus de 38 litres par heure.

Au résumé, il paraîtrait qu'on ne peut extraire d'un K.me d'huile que 621 litres de gaz propre à l'éclairage & non 830 ni 800, et que, fût-il bi-carboné, il n'y en aurait guère que pour 16 heures. $\frac{621}{38} = 16.3$. Or, si les lampes d'Argand & de Carcel ne consomment que 30 et 40 grammes d'huile par heure, un K.me d'huile dure 33 heures avec la 1ère & 25 avec la seconde. $\frac{1000}{30} = 33$ et $\frac{1000}{40} = 25$. La durée serait donc double ou au moins de moitié en sus et il n'y aurait pas de frais d'extraction du gaz. Cependant on a trouvé près d'un tiers d'économie dans l'emploi de ce gaz à la grande poste de Londres; en ce cas, il est probable que la consommation est de beaucoup moins de 38 litres par heure. Toutefois l'éclairage par le gaz coûte-il quelque chose de plus que par l'huile

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

212.

(Extrait du tableau.)

(4e. leçon. ~~Page 19~~ 2e. formule.) Valeur Calorifique du gaz du charbon.

Dépense du gaz par heure = 136 litres = 69 grammes

En une soirée d'hyver de 7 heures = 952. litres = 483. grs

Oxigène absorbé = 952 X 1.5 = 1428 litres;

et 1428 X 1.36 = 1942 Grs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'huile, il n'en devrait pas moins être préféré, parce que sa lumière est plus intense & plus constante.

C'est parce que le gaz du charbon n'est que proto-carboné qu'il en faut 136 litres par heure. Ces 136 litres pèseront 98.gr = 0.726 × 136.
Le poids des 952 litres sera donc de 691.g = { 952 × 0.726 / 7 × 98.7

Le poids du litre d'oxigène = 1.g431 ~~(1.g.200.)~~
ainsi les 1428 litres absorbés = 2,043g

Mais la quantité d'oxigène nécessaire pour la combustion de 952 litres d'hydrogène proto-carboné paraîtrait devoir être de 1904 litres dont 952 pour s'unir aux 1904 d'hydrog. qui sont dans le gaz oléfiant, et 952 pour saturer ce dernier nombre de vapeurs de carbone, autre élément dudit gaz, et former autant d'acide carbonique. Par conséquent ces 1904 litres d'oxigène pèseraient 2.k724g Ce ne serait que dans le cas où il ne se produirait que de l'oxide de carbone dans la combustion de l'hydrogène carboné, qu'il n'y aurait que 1428 litres d'oxigène absorbé; mais la température paraît être assez élevée pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

214.

(Extrait du tableau.)

(4.e Leçon, ~~Page 209.~~ 2.e formule.) Chaleur produite $1.^{K}942 \times 19295 = 37432$.

$\frac{37432}{3000} = 12.^{K}47$. de bois.

N.a Cette indication a été rectifiée au commencement de la 6.e Leçon, où M.r Clément a dit que la quantité de bois que représentait la chaleur produite ne devait être que d'environ $1.^{K}8$. (v. ci-contre la note a)

(6.e Leçon, ~~f. 64.~~ 2.e formule.) Un Kilogramme d'hydrogène fond $29\frac{K}{5}$. de glace.

ou	de charbon	94 "	ou
	de bois sec	48.88.	
	de bois humide	38.41.	

pour qu'il se produise de l'acide carbonique.

Quoique rien n'ait fait connaître ce qu'exprimaient les nombres 19275 & 3000, l'un multiplicateur de l'oxigène absorbé, l'autre diviseur du produit 37432, il était évident que le résultat de la chaleur produite devait être beaucoup moindre. (A)

En effet, c'est en absorbant à très-peu de chose près 8.K d'oxigène qu'un K. d'hydrogène fond 295.K de glace. Telles sont les proportions de ces deux gaz dans la formation de l'eau. N'est-ce pas comme s'il fallait 8 K.mes d'oxigène pour opérer la fusion de cette quantité de glace ? or, puisqu'on peut en fondre { 94.K avec un K.me de charbon ; 48.88 ——— de bois sec ; 38.41 ——— de bois humide } on aura la quantité d'oxigène qu'ils absorbent par la proportion suivante :

295 : 8 :: 94 : x. x = 2.K.95. oxigène absorbé par le K.me charbon
295 : 8 :: 48.88 : y. y = 1.328 ig par le bois sec.
295 : 8 :: 38.41 : z. z = 1.041 ig par le bois hum.e

Ainsi

(A) Le nombre 19275 aurait dû, ce me semble, exprimer la quantité de calorien qu'on obtient avec un K.me d'oxigène, et le nombre 3000, celle d'un K.me de bois à 20 gr.mes % d'humidité (V. la 2.e formule, 6.e leçon.) mais puisque 8 K. d'oxigène = 22125 calorien, 1.K = 2765. or, 1.942 × 2765 = 5369 calorien. $\frac{5369}{3000}$ = 1.K789 de bois, soit 1.K 8. (V. le 2.e alinéa de la 6.e leçon.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

216.

(Extrait du Tableau)

(4.e Leçon, ~~Page 30.~~ 4.e formule)

Comparaison de divers éclairages.

N.a cette formule est celle qui a été annullée.

	Consommation pour une lumière égale au bec de gaz.	Prix courant.	Revient de l'heure.
Chandelles de Suif.	12.g 50.	1.f 20.c	0.f 180.
Bougies de cire.	8. 40.	7. "	0. 994.
Lampes à mèche plate.	8 "	1. 4	0. 074.
id d'Argand.	30. "	1. 4	0. 056.
id de Carcel.	40. "	1. "	0. 050.
Gaz de l'huile.	44. 60 = 38 litres		0. 050.
id du charbon.	69. 10 = 136 id		0. 050.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, ces deux dernières quantités d'oxigène représentent la chaleur produite par un K.me de bois. Maintenant, pour ne prendre que celle du bois sec, 1.325 : 1.K :: 1.942 : 1.K46. Par conséquent, la chaleur produite par la combustion de 952 litres d'hydrogène bi-carboné qui n'absorberaient que 1.K942 d'oxigène, se réduirait à celle produite par 1.K46 de bois. Mais comme la quantité d'oxigène absorbé doit être de 2.K724. ou au moins de 2.K043, ainsi qu'il est dit ci-dessus, cela équivaut à 2.K05. de bois dans le 1.er cas & à 1.K54 dans le second. Avec du bois humide, ce serait 1.K86 $= \frac{1942}{1041}$ ou bien 2.61 $= \frac{2724}{1041}$ ou enfin 1.96 $= \frac{2043}{1041}$ suivant l'un ou l'autre des trois cas d'absorption de l'oxigène.

1.o Il paraît impossible que 12.g50 de chandelle, 8.g40. de cire & 8 d'huile donnent une lumière égale au bec de gaz qui en consomme 45.lit 44 plus.

2.o La dépense par heure est bien différente, car à 1.f 20.c le K.me de chandelle, 12.g5. = 0.f 015.
à 7 « cg de bougies, 8.4 = 0.098
à 1 « cg d'huile 8 « = 0.008.
cg cg cg 30 « = 0.030
cg cg cg 40 « = 0.040.

Quant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

218.

(Extrait du Tableau.)

(5e leçon. ~~Page III.~~ 2e Colonne.) Comparaison des Luminaires.

	f
Chandelles de suif	0. 180.
Cire. - - - - -	0. 994.
Lampe à mèche plate	0. 074.
id d'Argand. - -	0. 056.
id de Carcel - -	0. 051.
Gaz de l'huile. - -	0. 050.
Gaz de la houille.	0. 050.

Prix courans et dépense d'une heure pour une lumière égale au gaz et constatée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant au gaz de l'huile, si un K.me n'en fournissait que pour 16 heures, comme on l'a vu plus haut, la dépense serait de 0.f 0628 par heure, non compris les frais d'extraction. Mais à 78.28. par bec pour une année qui se composerait de 1400 heures ou 350 jours de 4 heures chacun, terme moyen, cet éclairage ne coûte, au consommateur, que 0.0556 par heure.

$\frac{78.28}{1400} = 0.^{f}0559.$ (V. ci-après pour le prix annuel du bec de gaz.)

Cette formule était probablement destinée à expliquer celle qui la précède. Ainsi, il faudrait pour avoir une lumière egale à celle du gaz, pendant une heure,

0.K 150.g de chandelle, car 1.K : 1.f 20 :: 0.K 150 : 0.f 180.
0. 142.g de cire. 1 : 7. :: 0.142 : 0.994.
0. 074. d'huile avec la lampe à mèche plate.
0. 056 ug avec celle d'Argand.
0. 051 ug avec celle de Carcel.

Relativement à la dépense d'une heure pour l'éclairage par le gaz, elle devrait toujours être de 0.0625. ou 0.056, d'après

(Extrait du Tableau.)

(5.e Leçon. ~~Page 1/2.~~ 1.re formule.) Compte de l'éclairage au gaz de la houille, à Paris.

Etablissement 1,300,000.f

Dépense annuelle.		Produits.	
Houille. 3400 000.k	f	2400 becs à 78.25f.	f
à 55.f le millier.	187,000.	1.an	187,800.
Cornues.	21,600.	Coke	78,400.
Ouvriers.	30,000.	Vieilles cornues.	3,600.
Administration	25,000.	Goudron &.a	1,200.
Menues dépenses.	20,000.	Casuel	"
Total	283,600.		271,000.
Il en résulterait une perte de			12,600.

outre les intérêts du capital d'établissement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'après l'observation précédente. Pour qu'elle ne fût que de 0.f05, il faudrait que les 621 litres d'hydrogène carboné que fournit un Kilog.me d'huile durassent au moins 22 heures et par conséquent qu'un bec n'en consommât que 28 litres par heure. $\frac{621}{22} = 28.\frac{5}{22}$; et 0.f05 X 22 = 1.f10.c prix d'un K.me d'huile, plus le 10.e pour les frais présumés d'extraction du gaz. Et si la consommation du gaz de l'huile peut ainsi être réduite de 38 litres à 28, celle du gaz de la houille pourrait l'être de 136 à 100. 38 : 10 :: 136 : 35,78.

Dans le courant de la leçon, je crois avoir entendu 1.° que le coke fait environ les 0.6 du poids de la houille distillée, et qu'on en vend la moitié, à raison de 42 à 44.f les 15 hectolitres pesant 600.K 2.° que le goudron en forme les 0,04, et qu'il se vend 0.f10 la livre. (~~H. S.~~)
(V. les notes A et B de la 5.e leçon, et les paragr.s qu'elles concernent.)

Puisque le poids du coke = 0.6 de celui de la houille, les 3,400,000.K distillés dans une année doivent donner 2040000.K de

Coke

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

222.

(Extrait du tableau.)

(7.e leçon. ~~page 40~~ 6.e formule.) Un Kilogramme de charbon de terre, à Paris, donne 160 litres de gaz.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Coke dont la moitié = 1,020,000.K à 44.f les 600.K, ne produirait que 74800.f La différence avec la somme ci-contre paraît être l'effet d'une transposition de chiffres.

Mais si le poids du goudron = 0.04 de celui de la houille, on devrait en recueillir 136000.K = 3400000 X 0.04. A 10.c la livre, cela s'éleverait à 27200.f

Ainsi, en défalquant de la recette la différence de 3600.f sur le produit de la vente du coke, & en y ajoutant les 26000.f de plus sur le prix du goudron, elle serait augmentée de 22400.f Il y aurait donc, au lieu d'une perte de 12600.f un bénéfice de 9800.f qui, au reste, serait loin d'être proportionné à la dépense.

D'un autre côté, les 2400 becs de lumière, à 136 litres l'un par heure, en consommeront pour une année de 1400 heures, ci 456,960,000 = 2400 X 1400 X 136. Pour produire cette quantité de gaz, il ne faudrait que 2856000.K de houille, à 160 litres par K.me Si la consommation du

gaz

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gaz n'était que de 100 litres par heure, comme cela paraît vraisemblable, celle des 2400 heures pour l'année ne serait plus que de 336 millions de litres pour lesquels il suffirait de distiller 2100000 K.s de houille, $= \frac{336\,000\,000.}{160}$

Or, à 55.f le millier, 2886000.K ne coûteront que 157,080.f, et 2100000.K = 11550.f au lieu de 187000.f prix des 3400000 K.s Dans le premier cas, il y aurait 29920.f à déduire de la dépense, et dans le 2.e, il y aurait 71,500.f ; les dépenses de combus.s d'ouvriers &.a subiraient sans doute également une diminution. Le bénéfice serait donc augmenté de toutes ces économies sur les dépenses ; mais les produits de la vente du Coke et du goudron seraient aussi un peu moindres.

En définitive, la spéculation paraîtrait moins désavantageuse qu'on ne l'avait cru d'abord.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

226. (Extrait du Tableau.)

(6e leçon. ~~pag 62~~ 3e formule.) 1 mètre cube d'air = 1.K 298.
0. 790 d'azote = 1. 026.
0. 210 d'oxigène = 0. 272.

9e c'est la formule annullée.

=

....

(9) un mètre cube d'acide carbonique = 1.K 972.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il paraît qu'on a supposé que l'azote et l'oxigène avaient la même densité que l'air; ce n'est que dans cette hypothèse que 0.m.c.790 d'azote = 1.K026 & que 0.210 d'oxigène = 0.K272. Mais la densité de l'azote étant = 0.972, & celle de l'oxigène = 1.1028, le poids du 1.er de ces deux gaz dans l'air = 0.997 & celui de l'oxigène = 0.301. Comme dans les proportions ci-après :

densité. volume. poids.
air = 1 X 1 : 1298 ::
densité. volume. poids.
{ 0.972 X 0.790 : 0.997 azote.
{ 1.1028 X 0.210 : 0.301 oxig.

Ce serait dans le cas où sa densité ne serait que de 1.5192.

1 X 1 : 1298 :: 1,5192 X 1 : 1,972.

Mais comme la densité de l'acide Carbonique = 1.5245 { 1.1028 pour l'oxigène. 0.4220 pour le carbone.

le poids d'un mètre cube doit être de 1.979.

1 X 1 : 1298 :: 1,5245 X 1 : 1,979.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

228. (Extrait du Tableau.)

(6e Leçon. ~~2e formule. page 64~~) 1.K d'acide carbonique = { oxigène 0.726. / charbon 0.274.

N.a c'est la formule annullée.

1.K Charbon = oxigène 2.66 = 1.875 m.cb.

2.K 66 oxigène = 12.K 61 = 9.m.c. 701 d'air atmosphérique

Ces 9.m.c. 701. à zéro deviennent 10.08 à 10°.55.

C'est le volume d'air nécessaire au minimum pour un Kilogramme de charbon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1.K d'a. ∞ Cg = { 0.723. (1,5245 : 1 :: 1,1025 : 0.723)
                { 0.277. (1,5245 : 1 :: 0.4220 : 0,277.)

2.K6 S. oxigène = m.c. 1.848. (0.301 : 0.210 :: 2.6 S : 1,848)

Mais 1.K charbon = oxigène 2.K61 = m.c 1.821.

0.K277 : 0.K723 :: 1.K : 2.K61

0.K301 : m.c 0.210 :: 2.K61 : m.c 1.821.

2.K6 S oxigène = 11.K427 = m.c 8.804 d'air atmosphérique.

0.K301 : 1.K298 :: 2.K6 S : 11.K427.

1.K298 : 1.m.c :: 11.K427 : 8.m.c804.

Mais 2.K61 oxigène = 11.K2 S. = 8.m.c671 d'air.

0.K301 : 1.K298 :: 2.K61 : 11.K2 S.

1.K298. : 1.m.c :: 11.K2 S 8.m.c671.

En ce cas 8.m.c804 } Deviendraient { 9.148.
et 8. 671 } { 9. 01.

Car 9.701 : 10.08 :: { 8.804. : 9.148.
                     { 8.671. : 9.01

N.a Tous les calculs qu'on trouve dans ces observations sont basés sur les nombres indiqués dans les deux ~~paragraphes~~ qui suivent la lettre ci-dessus du 27 X.bre

(V. ci-après ma 2.e lettre à M.r Clément Desormes.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

230.

Paris, le 28 9.bre 1824.

M.r, A peine vous avais-je fait remettre la lettre que j'eus l'honneur de vous écrire hier que j'éprouvai la crainte d'avoir commis une indiscrétion en y joignant le long factum que je soumettais à votre examen. Je ne tardai pas à en être convaincu par le signe improbateur que j'ai cru remarquer lorsque vous l'avez ouverte. Je viens en conséquence vous en renouveller mes excuses & vous prier de regarder comme non avenue cette communication à laquelle je n'attache aucune importance et qui n'a été pour moi qu'un léger sujet d'exercice auquel j'ai consacré les loisirs que m'ont laissés les deux derniers jours de fête. Tout mon tort est de n'avoir pas assez réfléchi que vous devez être trop occupé pour avoir de semblables loisirs, que vous pourriez d'ailleurs employer beaucoup mieux qu'à l'examen de ces vétilles, et que si une dixaine seulement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de vos auditeurs se permettait de vous en adresser autant, il vous serait impossible d'y répondre.

Au surplus, j'ai eu la solution de la plupart de mes doutes dans votre lecon d'hier même, lorsque vous nous avez démontré combien, presque toujours, les résultats de la théorie sont éloignés de ceux de la pratique, et combien il est oiseux de rechercher une exactitude rigoureuse dans ces résultats dont les bases ne peuvent guères être qu'approximatives.

Je vous supplie donc de rechef, M.r, d'oublier entièrement ma 1.ère lettre qui est maintenant presque sans objet. Je serais très-mortifié si vous pouviez y voir autre chose que l'effet de mon irréflexion. Livré presqu'exclusivement à l'étude, je vis dans une obscurité qui me plaît & dont je ne cherche pas à sortir; autri

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'ai-je signé ma lettre que pour ne pas ajouter à mon inconvenance, car j'étais presque honteux de ma démarche. Je me disais intérieurement que vous importuner ainsi était un mauvais moyen de vous témoigner ma reconnaissance du plaisir et de l'avantage que je trouve dans vos savantes leçons. Encore une fois mille pardons de cette importunité.

J'ai l'honneur d'être avec les sentimens de la plus hte C.on, Mr, Votre

---

N.a M.r Clément n'a pas eu égard à cette lettre, car il a répondu à la précédente dans sa leçon du 30 X.bre 1824. ~~C.f. f. 85.~~ Il l'a même fait en des termes très-flatteurs qui m'ont un peu rassuré sur la crainte de lui avoir déplu. C'est ce qui m'a déterminé à lui écrire encore la suivante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

137 233.

Paris, le 7 Janvier 1828.

M., Vous avez vraiment été trop bon de vous occuper de l'objet de ma lettre du 27 X^bre d.^r, et je vous en dois bien des remercîmens.

C'est certainement un excellent Conseil que celui que vous nous avez donné de nous livrer de bonne heure aux applications des principes que vous nous enseignez. Il m'a paru qu'il vous a été suggéré par l'idée que ma lettre était d'un jeune homme; mais j'ai dépassé de beaucoup l'âge au delà duquel, selon la remarque judicieuse que vous en avez faite, il n'est plus temps d'entrer dans la carrière de l'industrie, indépendamment des autres raisons peut-être plus puissantes encore qui s'y opposent pour mon propre compte. Cependant, bien que presque barbon, je ne cesserai pas, tant que je le pourrai, d'être un de vos plus zélés auditeurs. Les connaissances que je m'efforcerai d'acquérir dans vos très-intéressantes leçons ne seront probablement pas en pure perte pour tout le monde; j'ai des enfans à qui cela pourra être un jour fort utile. Pour moi, n'ayant pu me livrer que très-imparfaitement à l'étude dans ma jeunesse, je m'y adonne aujourd'hui avec toute l'ardeur de cet âge-là; c'est à quoi je me borne et c'est mon unique plaisir. Je voudrais réparer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

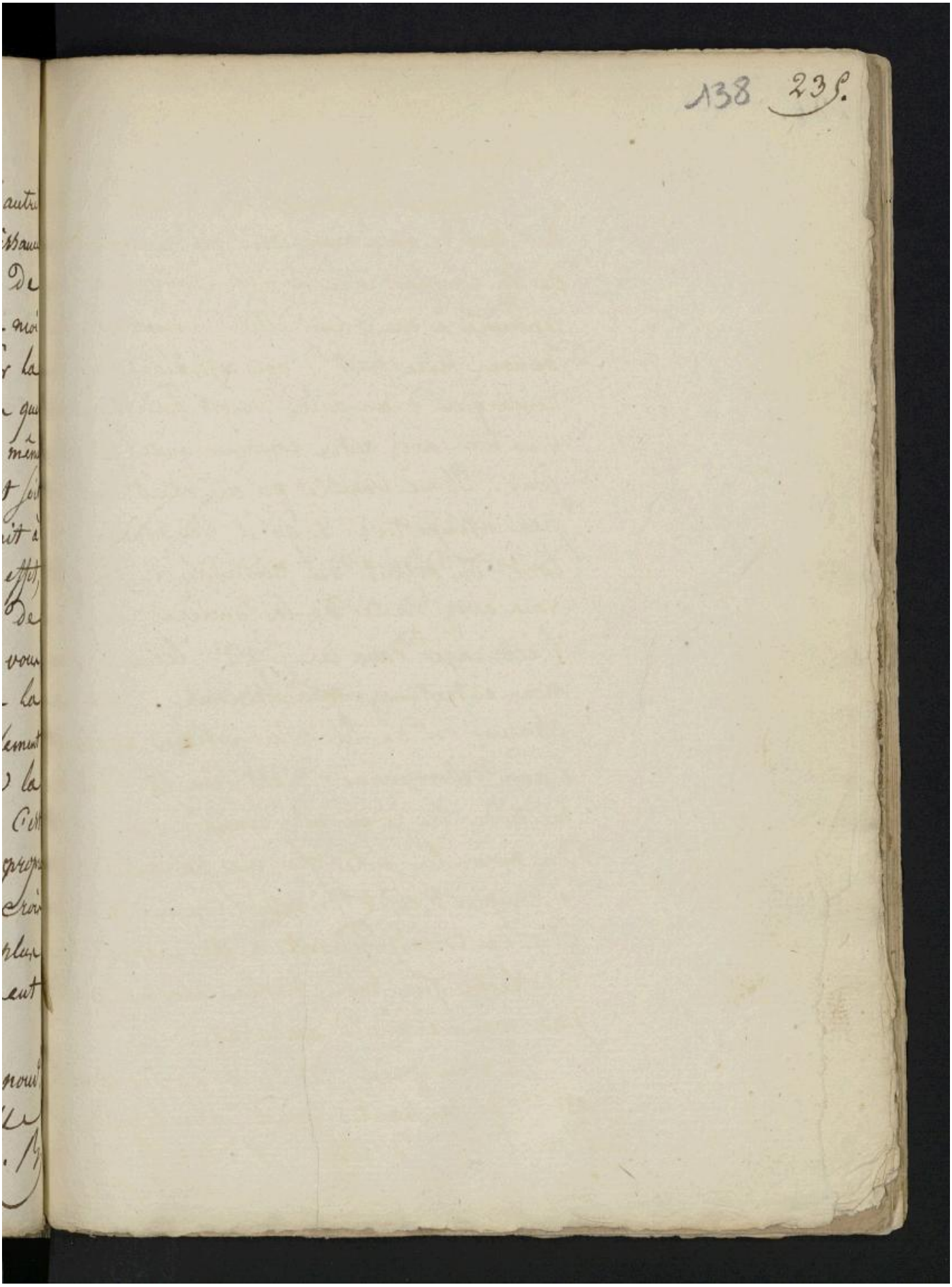
le temps perdu.

Quoique la présente n'ait pas d'autre but que de vous manifester ma reconnaissance de la complaisance que vous avez eue de répondre à ma 2ème lettre, permettez-moi de vous faire part d'une réflexion sur la remarque d'un autre de vos auditeurs que vous nous avez aussi communiquée le même jour. Il me semble qu'elle était tant soit peu intempestive & qu'il se plaignait à tort du défaut de méthode. En effet, vous avez traité de la lumière ou de l'éclairage dans les 2 premières leçons; vous nous entretenez maintenant de la chaleur ou de la combustion, également sans désemparer; c'est bien là de la méthode où je ne m'y connais pas. C'est du moins la seule qui me paraisse propre à remplir l'objet de votre cours. Je crois que ce correspondant a été encore plus irréfléchi que moi; mais cela ne peut pas me servir d'excuse.

Je vous prie, M., d'agréer la nouvelle assurance de la haute considération avec laquelle j'ai l'honneur d'être, D Eh & C. J.

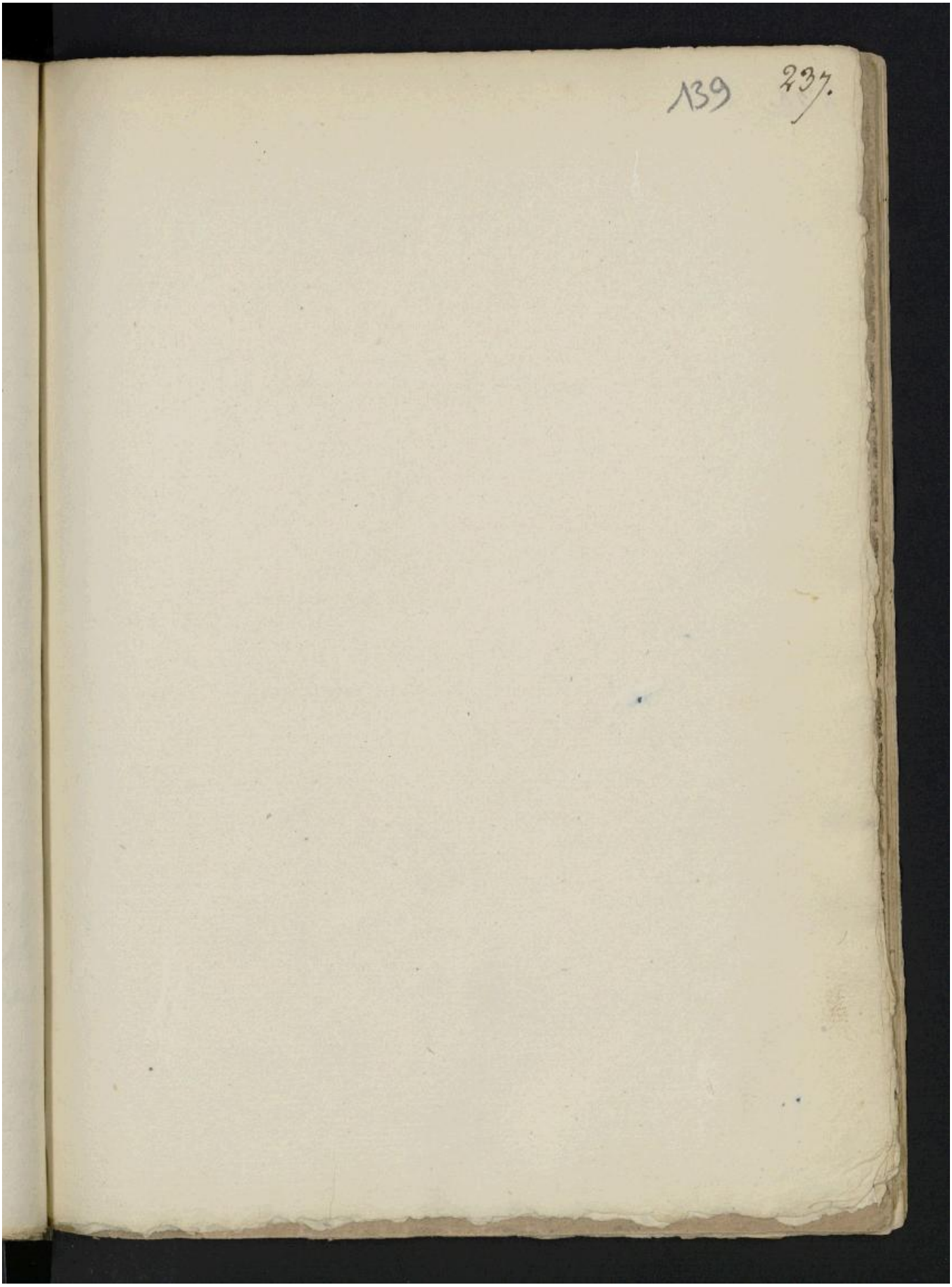
BIB CNAM RESERVE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



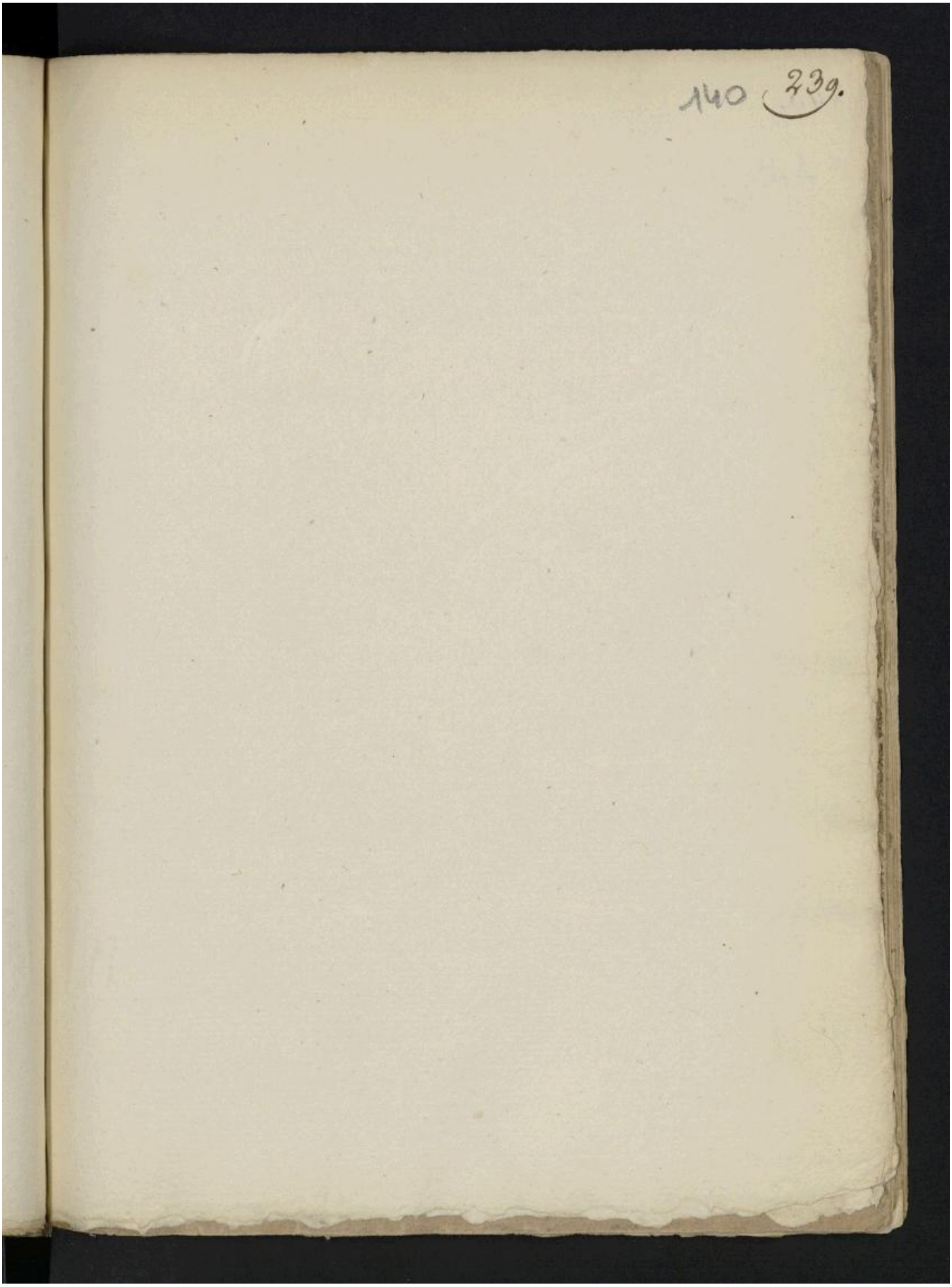
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

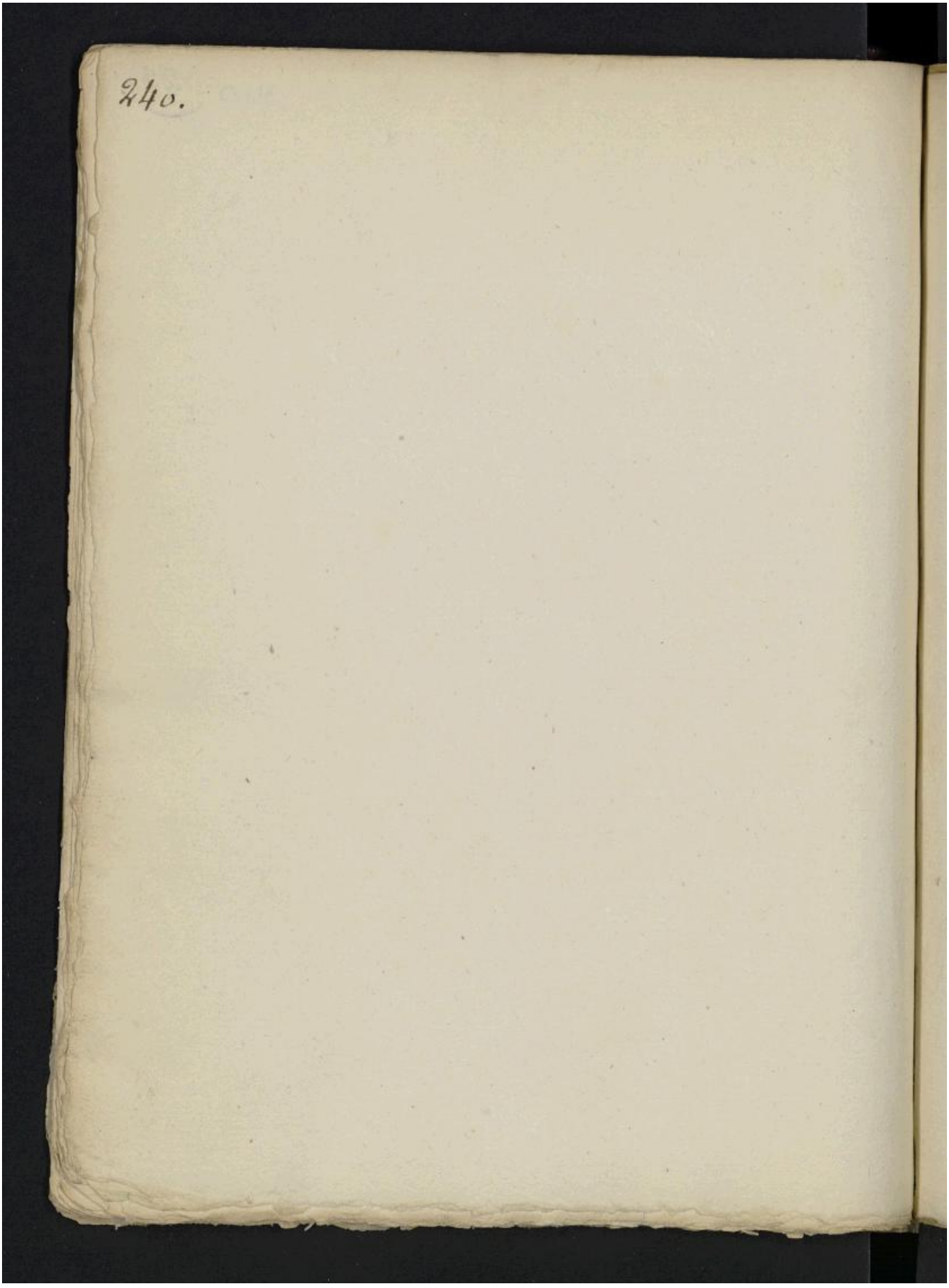


Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

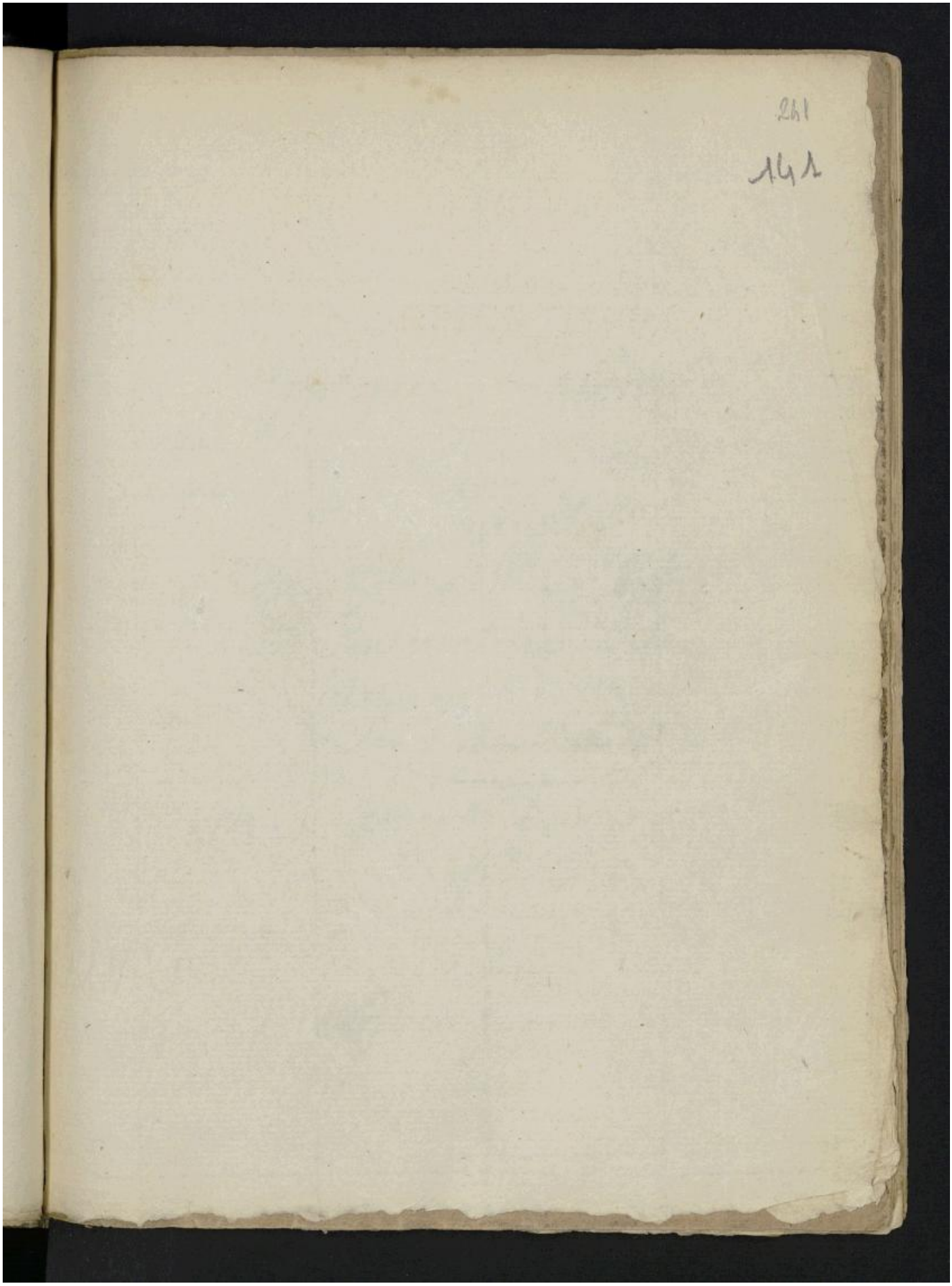
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



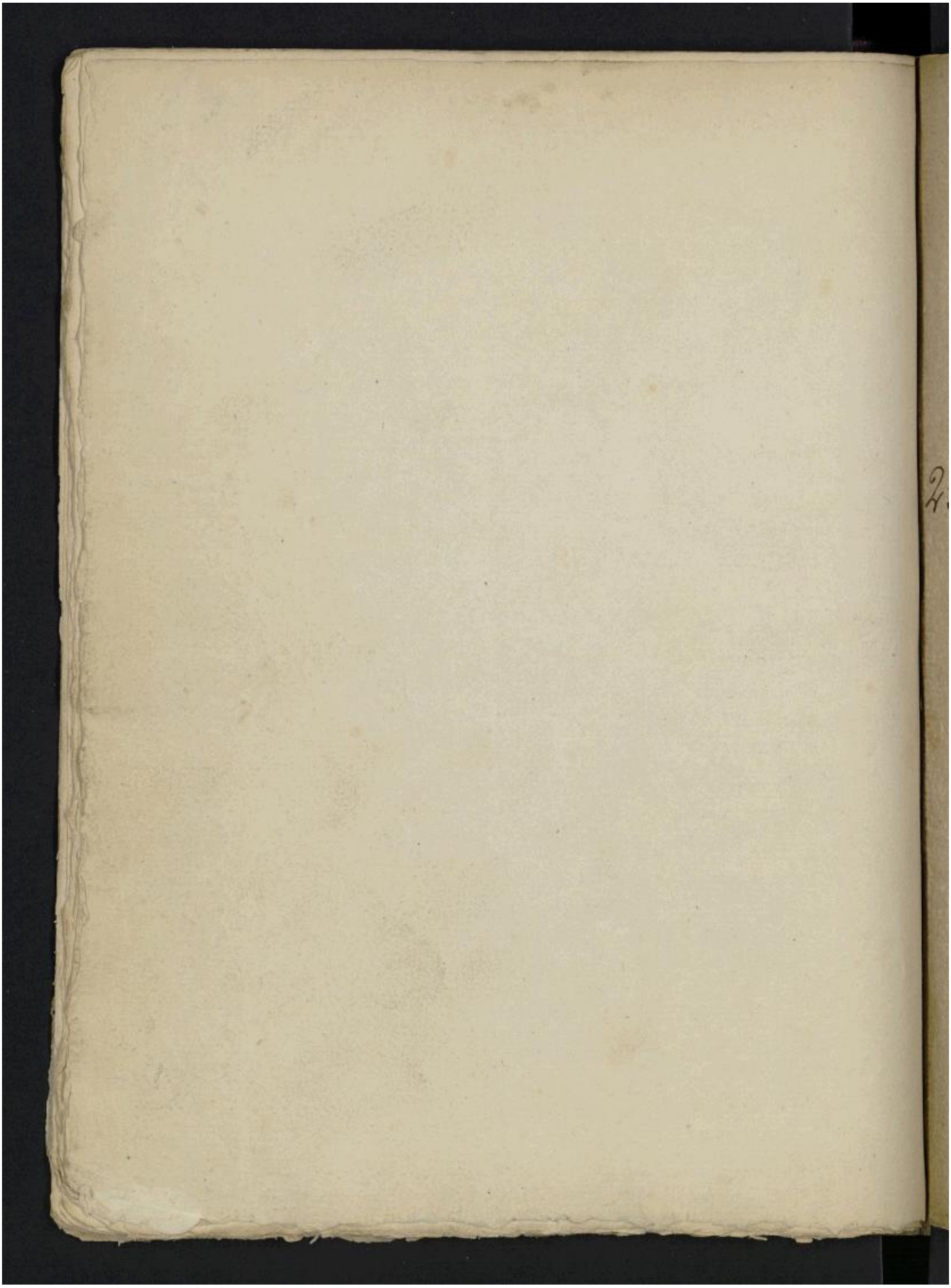
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

142

Chimie
Appliquée aux arts.

2.e Cahier.

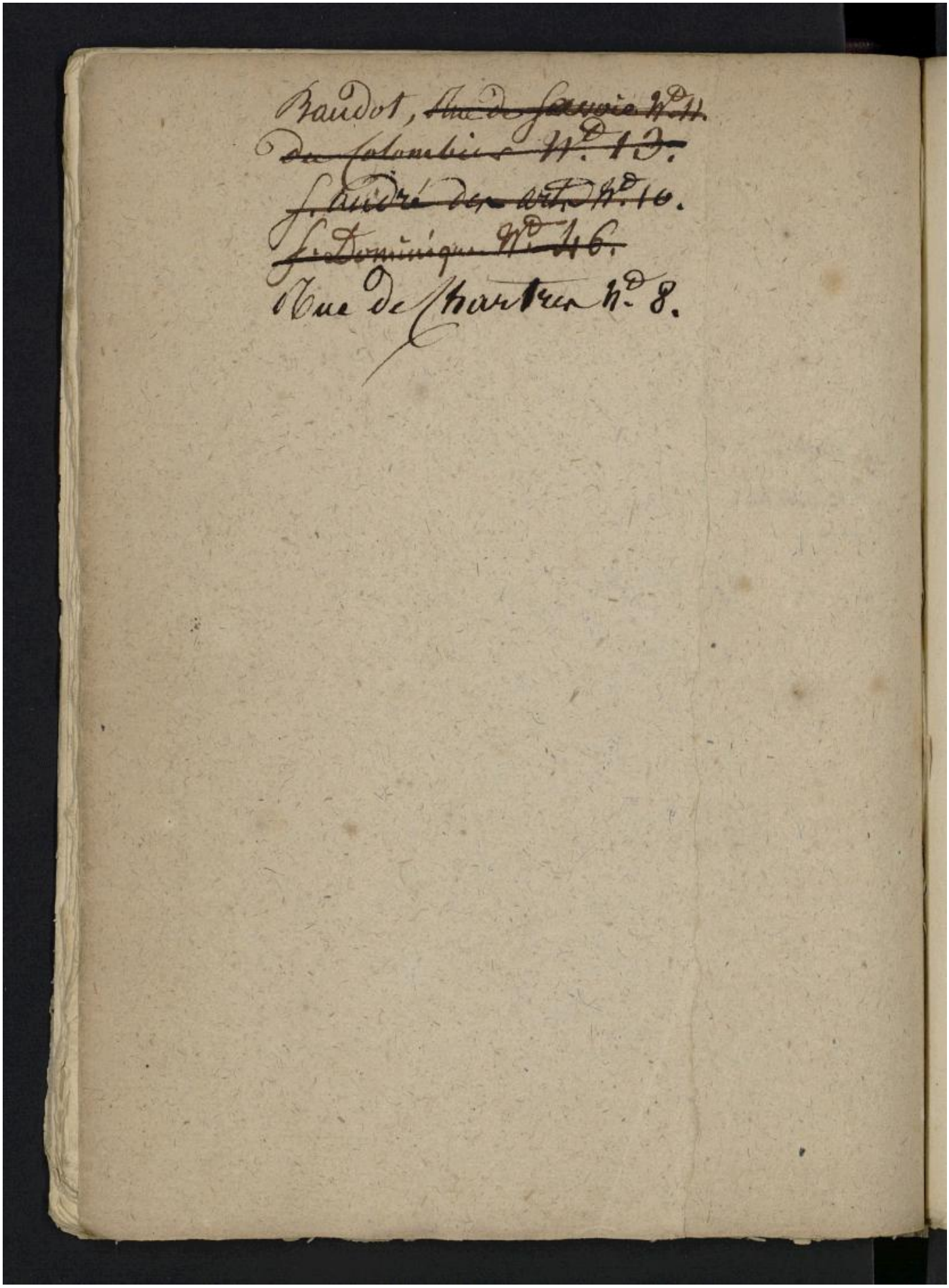
Journal
Du Cours De 1828
au Conservatoire Des
arts et métiers.
Par J. N. Raudot.

M.r Clément Desormes,
Professeur.

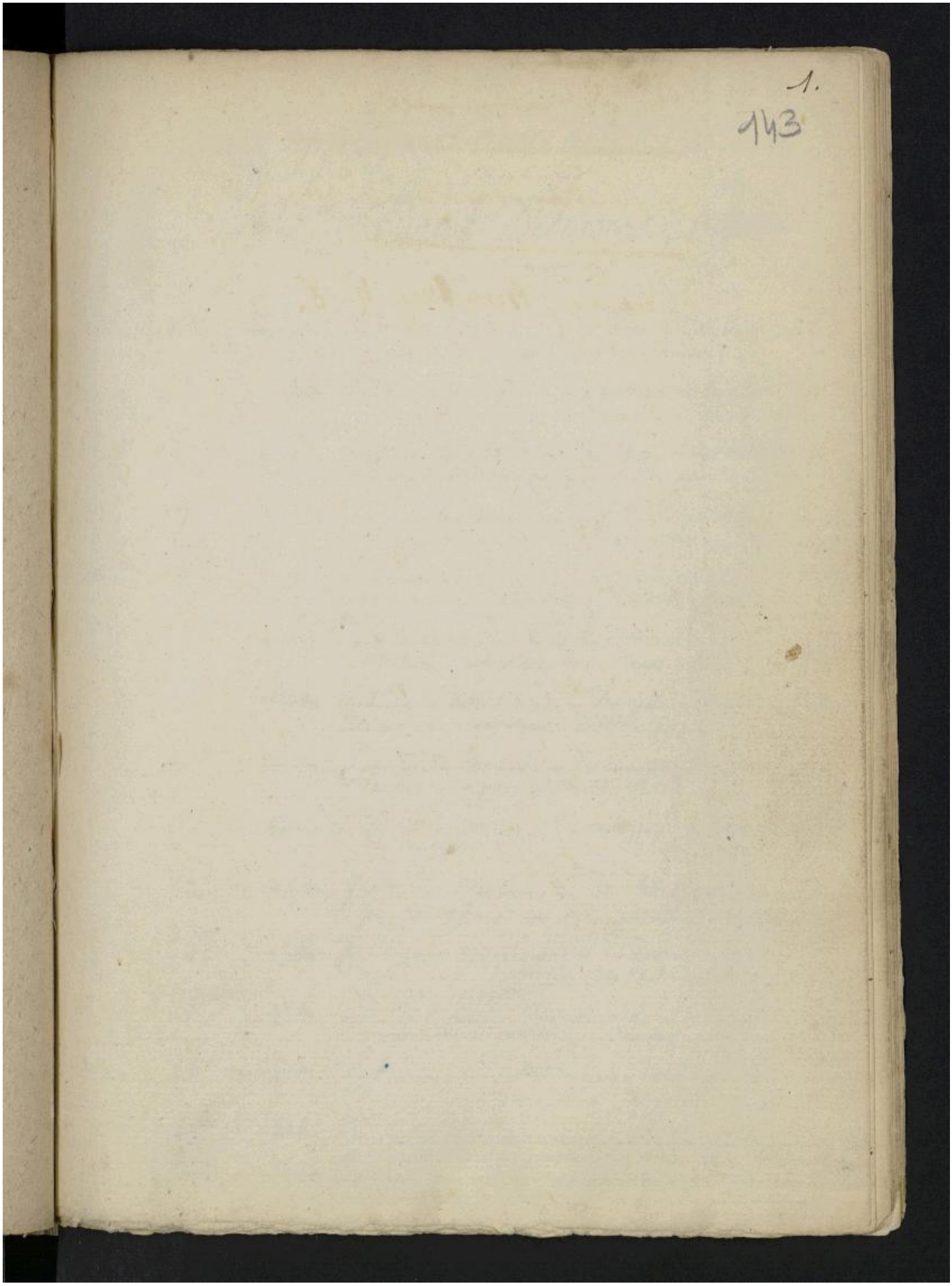


BIB. CNAM
RESERVE

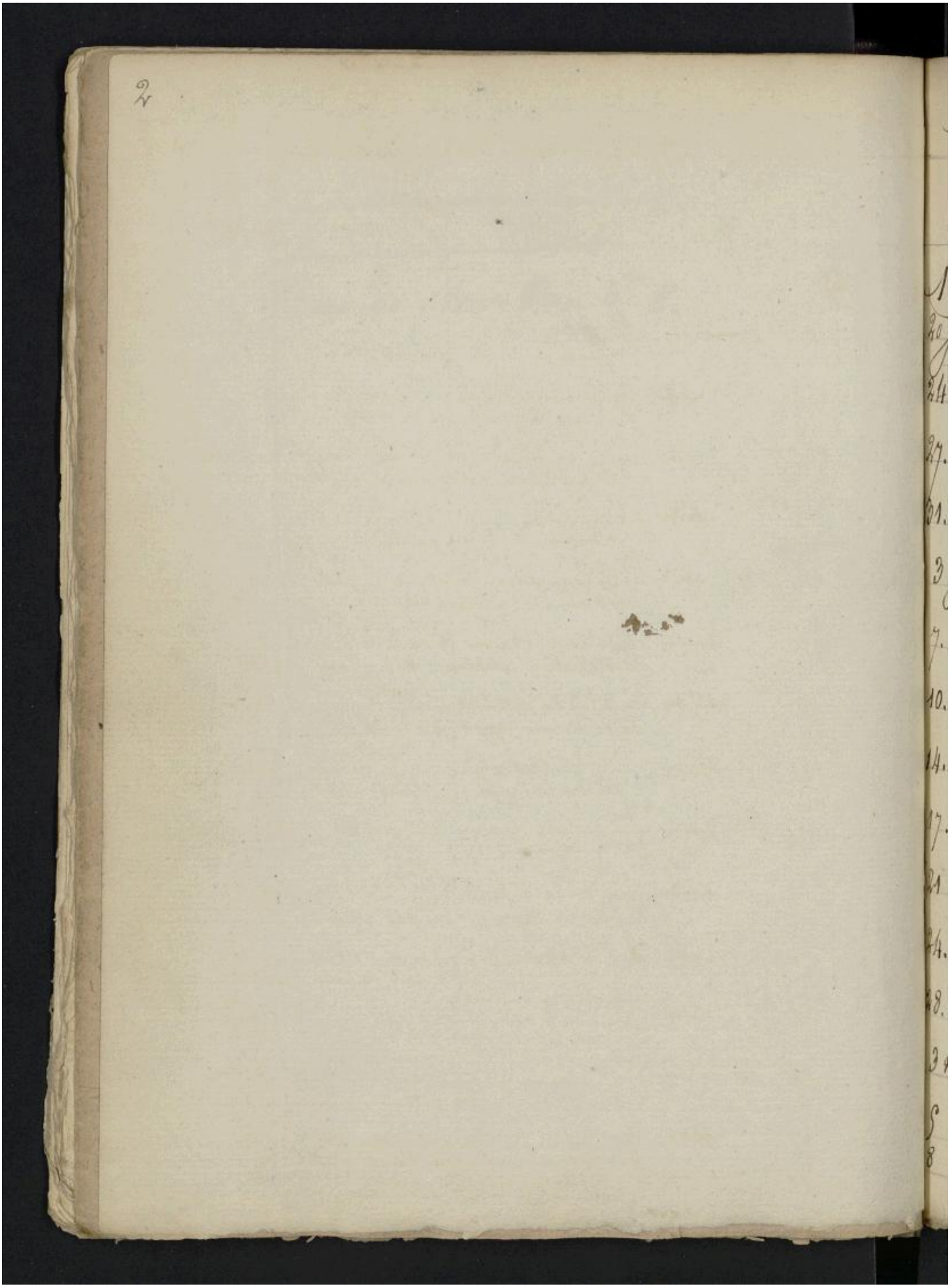
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires


Baudot, ~~Rue de Savoie N.D. 11.~~
~~de Colombier N.D. 13.~~
~~St André des arts N.D. 16.~~
~~St Dominique N.D. 46.~~
Rue de Chartres N.D. 8.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



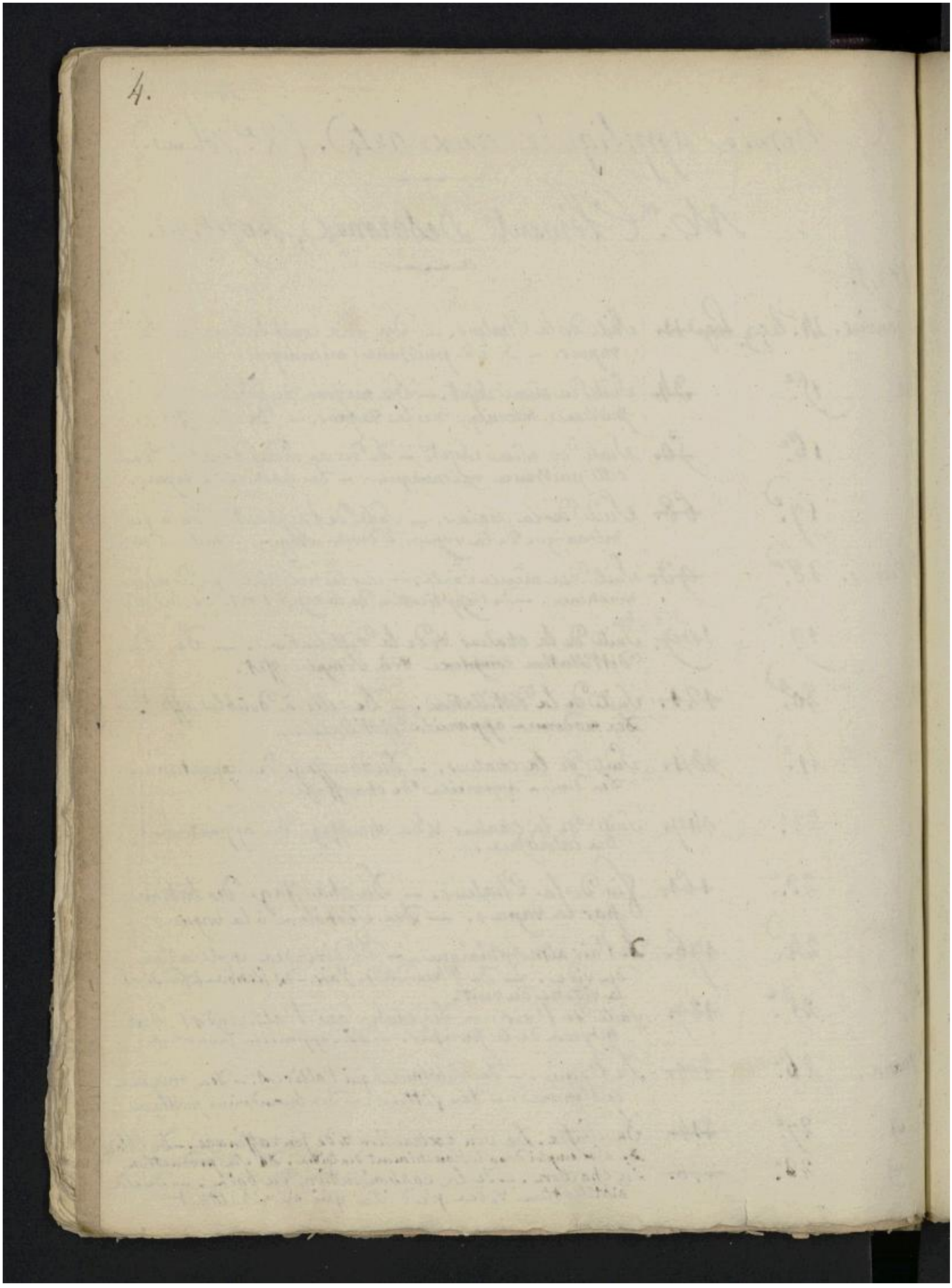
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie appliquée aux arts. (2e Volume.)

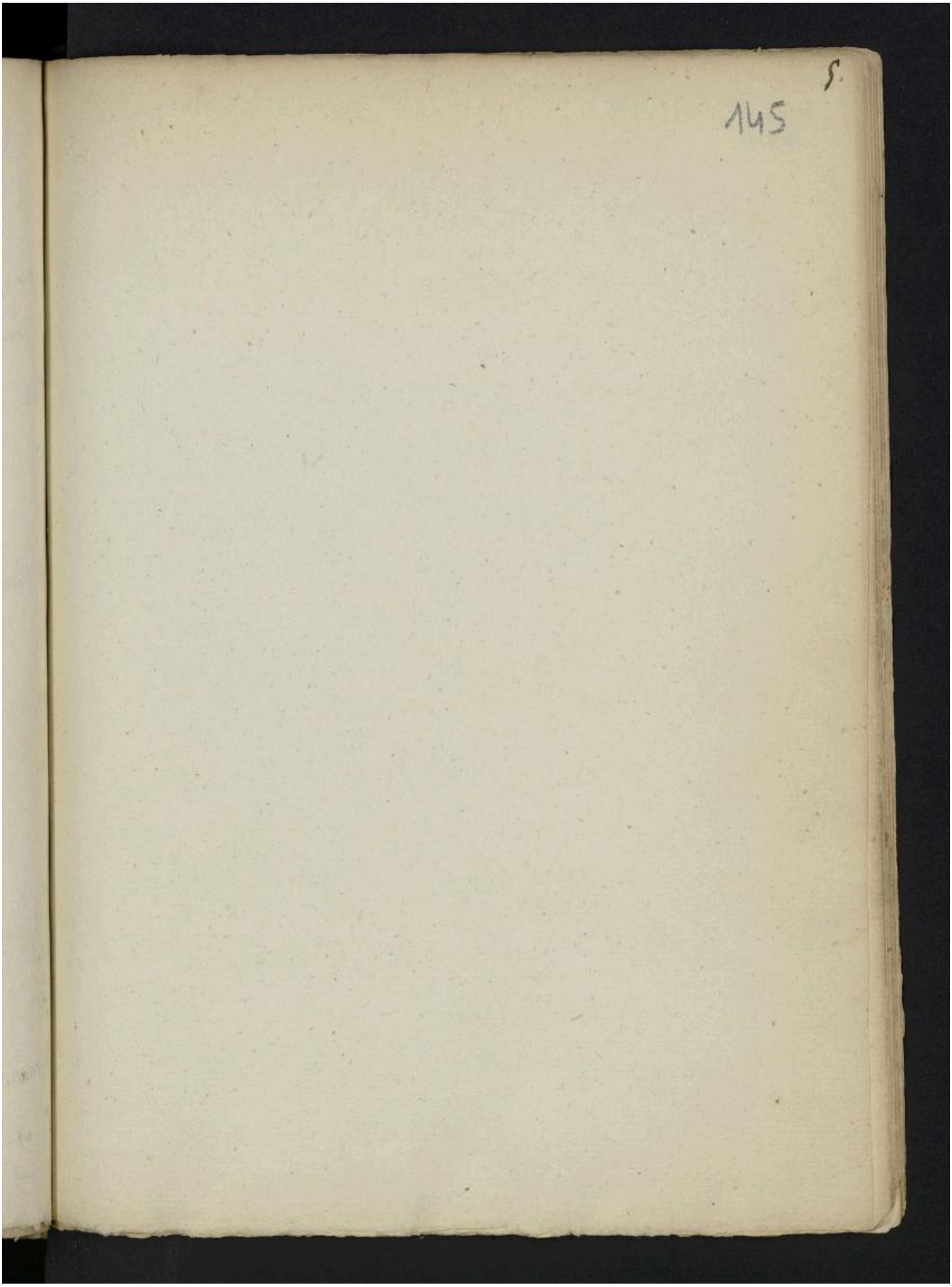
Mr Clément Desormes, Professeur.

1828.			
20 Janvier.	14e Leçon.	~~Leçon 14.~~	Suite de la Chaleur. — Des Loix constitutives de la vapeur. — De sa puissance mécanique.
24.	15e	~~34~~	Suite du même Sujet. — Des moyens de produire la puissance mécanique de la vapeur. — De ses effets.
27.	16e	~~50~~	Suite du même Sujet. — De divers modes d'emploi de cette puissance mécanique. — Des machines à vapeur.
31.	17e	~~68~~	Suite de la chaleur. — Suite de l'application de la puiss. mécanique de la vapeur à divers usages. (Canal de l'Ourcq.)
3 Février.	18e	~~93~~	Suite des mêmes Sujets. — Sur la nécessité des doubles machines. — De l'application de la vap. à l'art. — De la distill.
7.	19e	~~109~~	Suite de la chaleur & de la Distillation. — De la distillation composée & à simple effet.
10.	20e	~~121~~	Suite de la Distillation. — De celle à double effet. — Des modernes appareils distillatoires.
14.	21e	~~134~~	Suite de la chaleur. — Du chauffage des appartemens. Des divers appareils de chauffage.
17.	22e	~~147~~	Suite de la chaleur & du chauffage des appartemens. Des caloriphères.
21	23e	~~161~~	Fin de la Chaleur. — Du chauffage des bâtimens par la vapeur. — Des séchoirs à la vapeur.
24.	24e	~~176~~	De l'air atmosphérique. — De diverses applications du vide. — De l'humidité de l'air. — des séchoirs à froid. — De la vîtesse du vent.
28.	25e	~~187~~	Suite de l'air. — Des causes qui l'altèrent et des moyens de le purifier. — Des appareils Jumivores.
3 Mars.	26e	~~200~~	De l'eau. — Des substances qui l'altèrent. — Des moyens de l'épurer. — Des filtres. — Des buanderies publiques.
7 ug	27e	~~214~~	Du Soufre. De son extraction & de son raffinage. — Du Chlore.
8 ug	28e	~~226~~	De son emploi dans le blanchiment des toiles. De sa production. Du charbon. — De la carbonisation du bois. — De sa distillation & des produits qui en résultent.

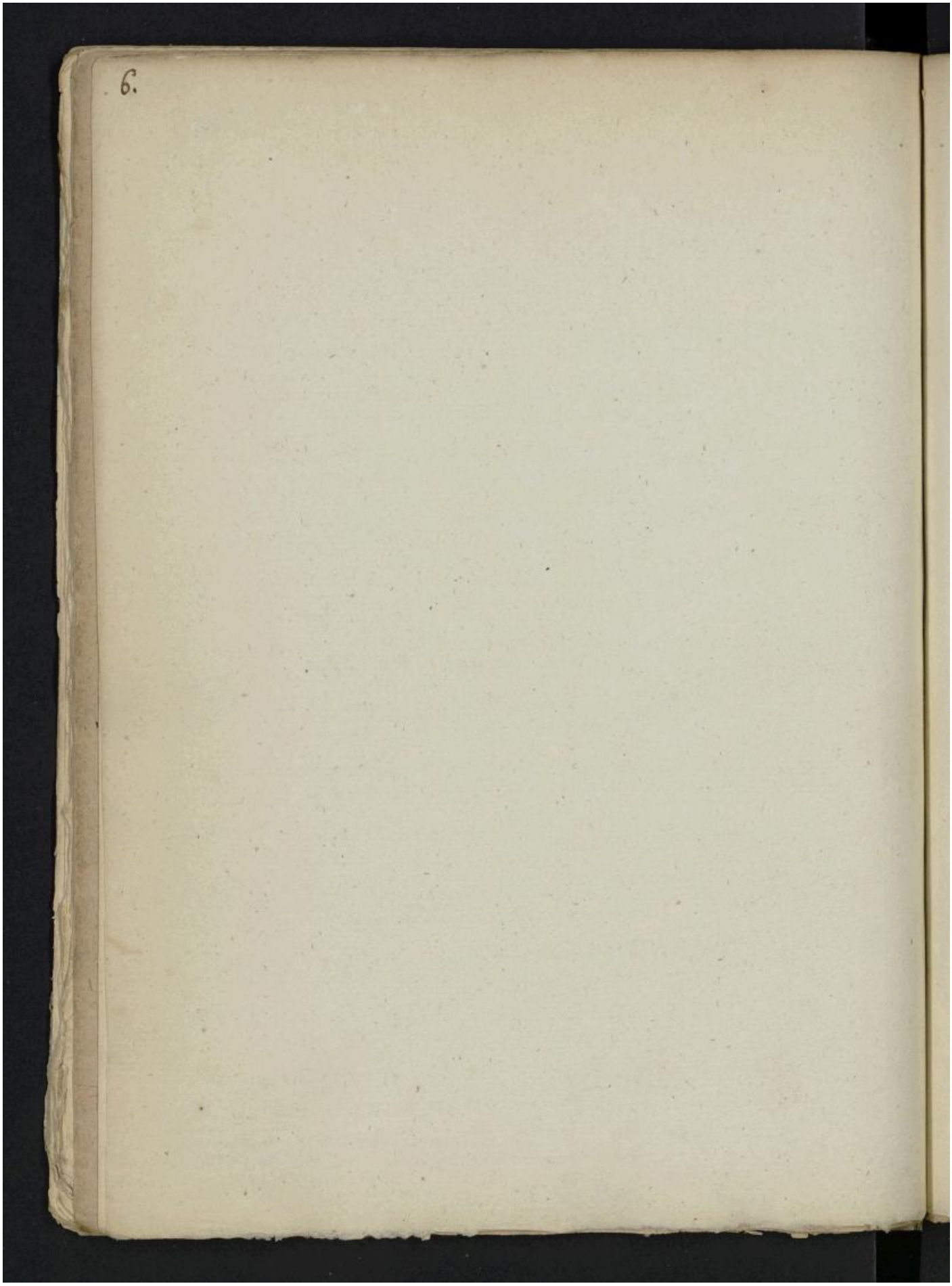
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



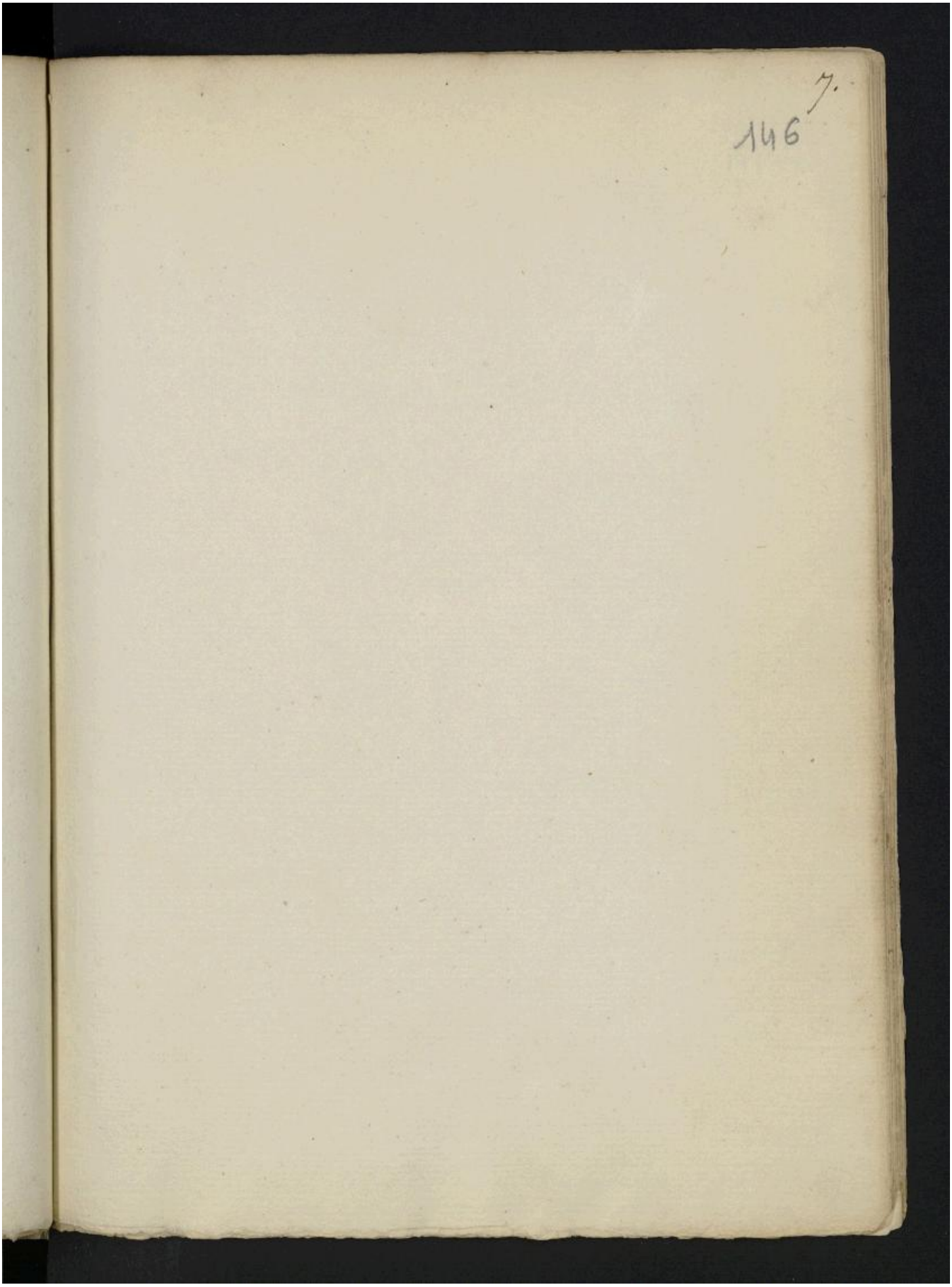
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



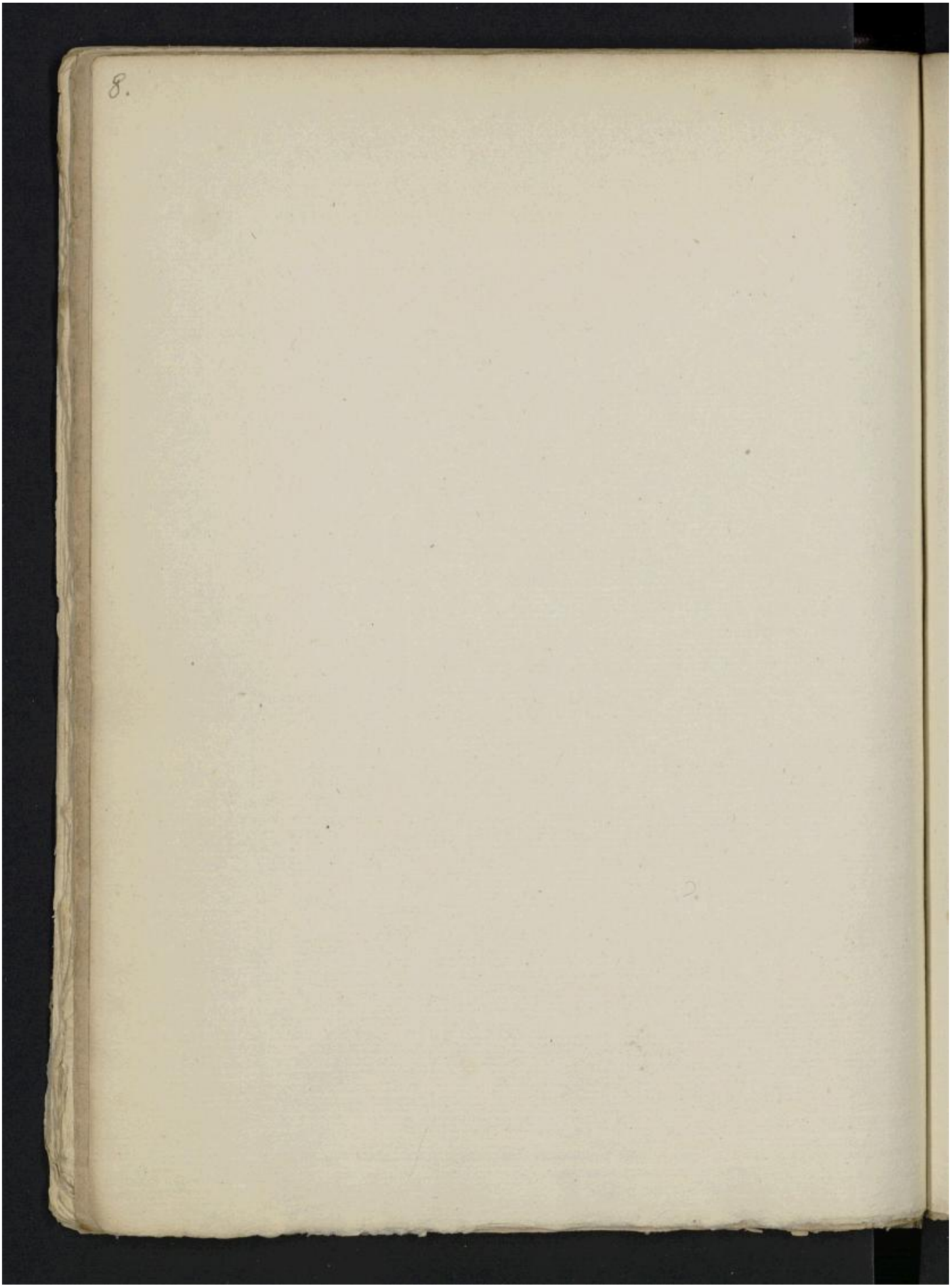
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



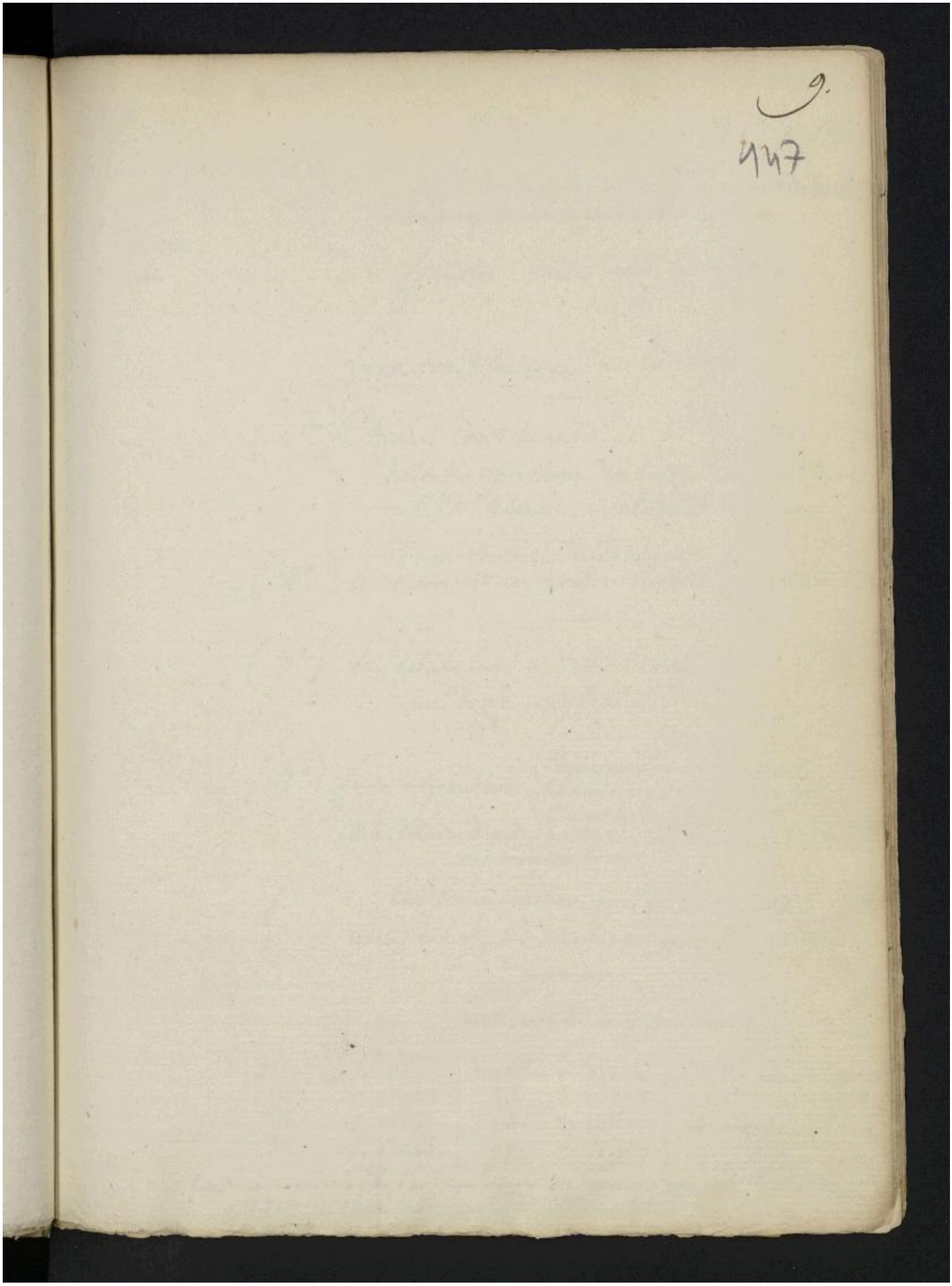
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



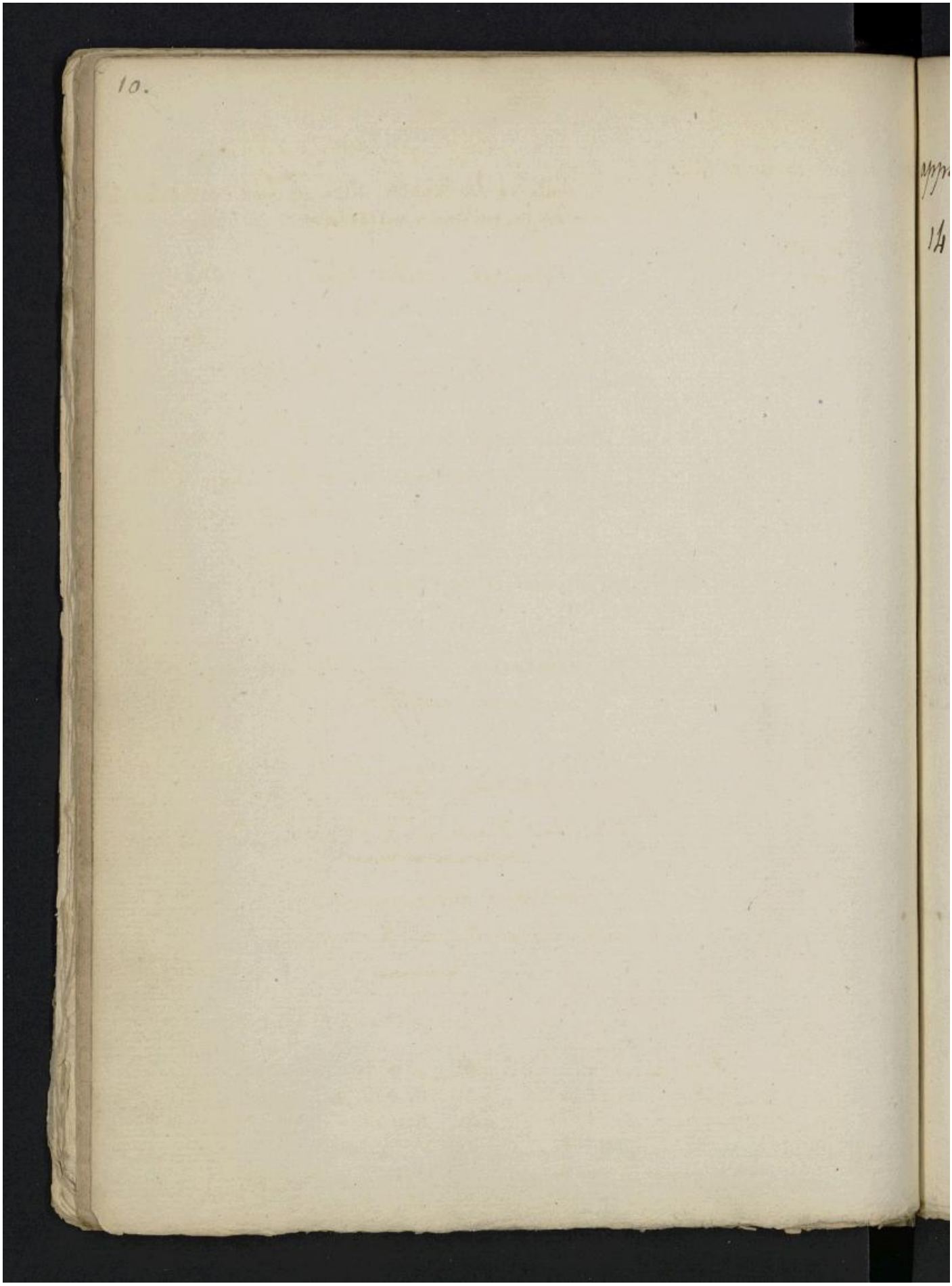
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie
appliquée aux arts.

14e Leçon.

Jeudi 20 Janvier 1825. 148

Suite de la Vapeur. — De ses loix constitutives. — De sa puissance mécanique.

Formules écrites sur le Tableau.

Loix constitutives de la vapeur.

(1ère) Chaleur constituante de 1.K de vapeur à toutes pressions & à toutes températures, = 650 Calories, saturant l'espace.

(2e) Compressibilité mécanique. Le volume est en raison inverse de la pression.

(3e) La dilatation = 1/267 du volume à 0.° pour un degré centigrade.

(4e) Force expansive (Expériences de Dalton, de 0 à 100.°
Expériences de Taylor, de 100 à 160.°
Calculée de 160 à 182.°
(V. les détails d'autre part, ci-dessous, art.e Tension)

Puissance mécanique de la vapeur.

1 unité = 1 mt. cb. d'eau X 1 mt. de hauteur = 1 Dynamie.

Tension de la vapeur. (*)

	mmt. de mercure.				
à Zéro	0.00	à 40.°	0.05289.	à 80.°	0.35208.
10.°	0.00947.	50.	0.08874.	90.	0.52528.
20.	0.01727	60.	0.14666.	100.	0.76000.
30.	0.03065.	70.	0.22904.		

(*) Cette partie de la formule a été donnée dans la leçon du 9 Janvier 1826, & suivie de celle d'autre part.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

14e leçon.

Force expansive de la vapeur.

Températures	Pressions.	Volume à température constante.	Volume à température réelle.	
	atmosph.	Mt. cb.	Mt. cb.	
182°	10.	0. 170.	0. 210.	
177.	9.	0. 188.	0. 228.	
172.	8.	0. 213.	0. 260.	
166.	7.	0. 243.	0. 286.	
160	6.	0. 283.	0. 327.	
153.	5.	0. 340.	0. 389.	
145.	4.	0. 428.	0. 475.	
135.	3.	0. 567.	0. ~~600.~~ 621	V. ~~fig.~~ la note à la fin de la 14e leçon.
122.	2.	0. 850.	0. 900.	
100.	1.	1. 700.	1. 700.	
82.	" 1/2.	3. 400.	3. 235.	
66.	" 1/4.	6. 800.	6. 171.	
51.	" 1/8	13. 600.	~~12. 800.~~ 11. 500	V. ~~fig.~~ la même note.
38.	" 1/16.	27. 200.	22. 600.	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'emploi de la puissance mécanique de la vapeur que nous avons maintenant à examiner est celui qui intéresse le plus la prospérité publique, par les avantages immenses qu'il doit procurer à l'industrie. Cet examen fera connaître les principaux phénomènes résultant de la vapeur considérée comme force motrice ou force vive. Mais ce mot force ne convient plus pour en bien exprimer l'action et les effets, parce qu'il a des acceptions très-différentes, et que, d'ailleurs, la force n'est pas toujours mécanique; on le remplacera ici par celui de Dynamie.

L'utilité de la puissance mécanique en général est extrême dans la plupart des circonstances de la vie; quoique sa nature soit encore obscure, on sait l'évaluer assez pour en tirer tout le parti possible dans l'état actuel des choses. C'est l'élément principal de la production, par conséquent des richesses.

Dans que la puissance mécanique existe, il faut qu'il y ait mouvement ou possibilité de se mouvoir. Ainsi, il y a deux sortes de force dans cette puissance, l'une actuelle ou réelle, l'autre virtuelle. Par exemple, la force

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

actuelle est celle d'un boulet lancé hors du canon, et la force virtuelle existe dans la poudre avec laquelle on peut lancer le boulet.

Sans nous dissérter trop longuement sur la puissance mécanique, on se bornera ici à en faire connaître les élémens, car cette puissance est complexe.

Ses élémens principaux sont au nombre de deux, la masse & la vîtesse. Par conséquent, une rivière, une chute d'eau, sont des exemples d'une certaine quantité de puissance mécanique dont la consommation est continuelle parce qu'il y a toujours en elles masse & vîtesse, conditions nécessaires pour produire la puissance mécanique; mais la

il faut encore un espace où la masse puissance étang de déversoir est produite e qu'il le point plus élevé

CHUTE D'EAU DE SAINT-MAUR, PRÈS PARIS.

Au moment où l'attention se porte sur les produits de notre active industrie, nous croyons rendre un véritable service à MM. les manufacturiers et fabricans, en leur annonçant que la magnifique chute d'eau du canal de Marie-Thérèse à Saint-Maur, va immédiatement être livrée au commerce, avec de vastes terrains propres à établir toutes espèces d'usines, qui seront exemptes de contributions jusqu'à l'année 1847 inclusivement.

Cette chute d'eau, de 10 pieds 1/2 de hauteur, est située à cinq quarts de lieue de la barrière du Trône, et desservie par deux grandes routes, indépendamment de la rivière. Elle offre une immense économie sur l'emploi des machines à vapeur, et se divise en deux prises d'eau, l'une à droite, l'autre à gauche du canal, chacune de la force de 200 chevaux de vapeur.

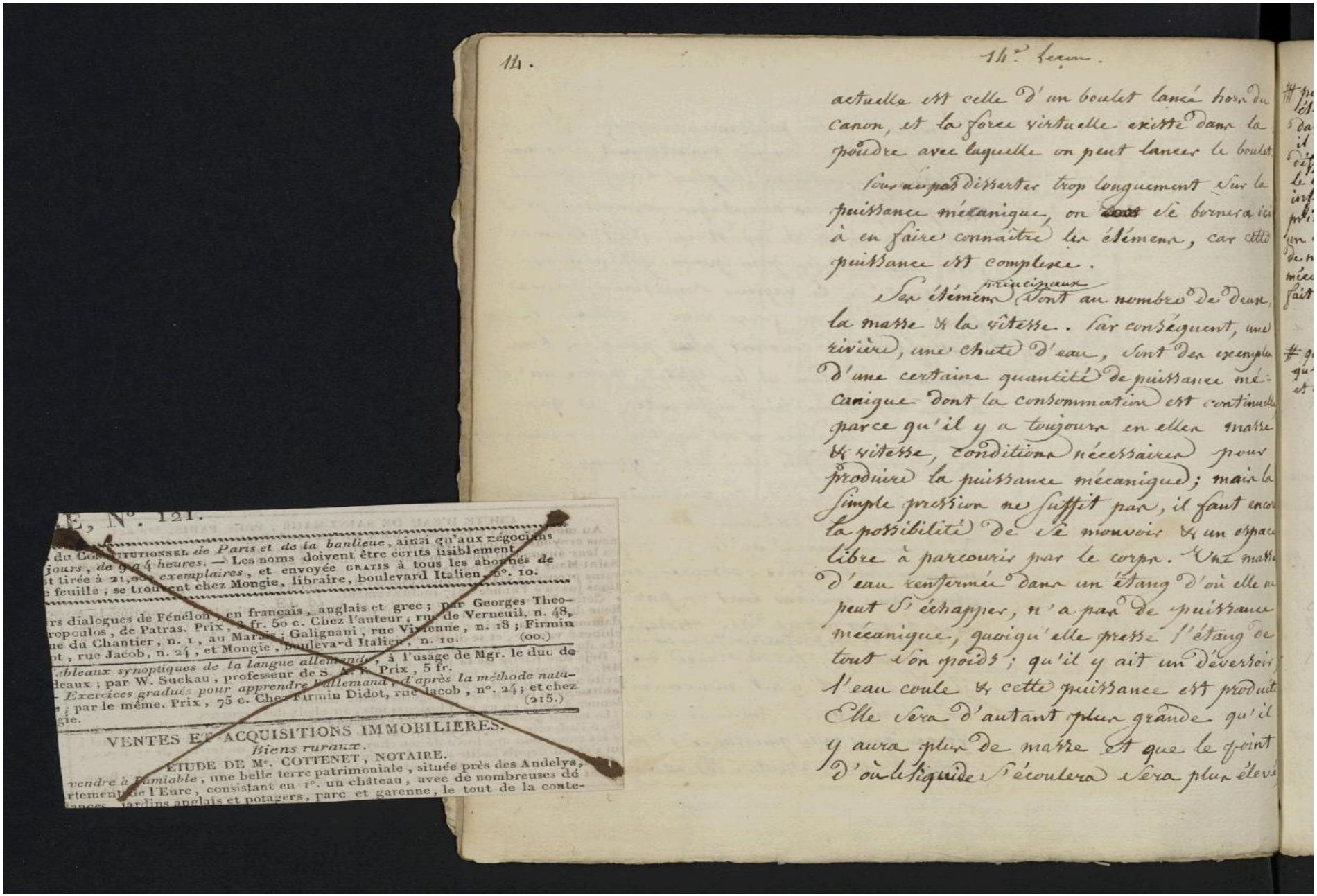
Déjà une partie de la prise d'eau située à la droite du canal est affermée à MM. de Montgolfier, pour l'exploitation d'une papeterie, qui devra être en activité au 1er. juillet prochain; les forces d'eau et emplacemens à la suite de l'établissement de MM. de Montgolfier sont maintenant à vendre à l'amiable ou à donner à bail, en un ou plusieurs lots, au choix des preneurs.

Le mardi 4 décembre 1827, on procédera, en la chambre des notaires de Paris, à l'adjudication, en un seul lot, de la prise d'eau située à gauche du canal; ce lot comprend une force de 200 chevaux de vapeur et un terrain de 27 arpens, qui s'étend depuis ladite prise d'eau jusqu'à son canal de dérivation.

S'adresser à Paris, à Mes. Nolleval, notaire, et Labarte, avoué, rue des Bons-Enfans, n°. 21; et sur les lieux, à M. Pisan fils, à St.-Maur, près Paris. 1823.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



14.

14e Leçon.

actuelle est celle d'un boulet lancé hors du canon, et la force virtuelle existe dans la poudre avec laquelle on peut lancer le boulet.

Sans se pas disserter trop longuement sur la puissance mécanique, on se bornera ici à en faire connaître les élémens, car cette puissance est complexe.

Ses élémens principaux sont au nombre de deux, la masse & la vitesse. Par conséquent, une rivière, une chute d'eau, sont des exemples d'une certaine quantité de puissance mécanique dont la consommation est continuelle parce qu'il y a toujours en elles masse & vitesse, conditions nécessaires pour produire la puissance mécanique; mais la simple pression ne suffit pas, il faut encore la possibilité de se mouvoir & un espace libre à parcourir par le corps. Une masse d'eau renfermée dans un étang d'où elle ne peut s'échapper, n'a pas de puissance mécanique, quoiqu'elle presse l'étang de tout son poids; qu'il y ait un déversoir, l'eau coule & cette puissance est produite. Elle sera d'autant plus grande qu'il y aura plus de masse & que le point d'où le liquide s'écoulera sera plus élevé

E, N°. 121.

du CONSTITUTIONNEL *de Paris et de la banlieue*, ainsi qu'aux négocians
jours, de 3 à 4 heures. — Les noms doivent être écrits lisiblement.
t tirée à 21,000 *exemplaires*, et envoyée GRATIS à tous les abonnés de
feuille, se trouvent chez Mongie, libraire, boulevard Italien, n°. 10.

rs dialogues de Fénelon, en français, anglais et grec; par Georges Theo-
ropoulos, de Patras. Prix, 3 fr. 50 c. Chez l'auteur, rue de Verneuil, n. 48,
ne du Chantier, n. 1, au Marais; Galignani, rue Vivienne, n. 18; Firmin
ot, rue Jacob, n. 24, et Mongie, boulevard Italien, n°. 10. (00.)

Tableaux synoptiques de la langue allemande, à l'usage de Mgr. le duc de
deaux; par W. Suckau, professeur de S. A. R. Prix, 5 fr.
Exercices gradués pour apprendre l'allemand, d'après la méthode natu-
; par le même. Prix, 75 c. Chez Firmin Didot, rue Jacob, n°. 24; et chez
gie. (215.)

VENTES ET ACQUISITIONS IMMOBILIÈRES.

Biens ruraux.

ÉTUDE DE Me. COTTENET, NOTAIRE.

vendre à Pamiable; une belle terre patrimoniale, située près des Andelys,
rtement de l'Eure, consistant en 1°. un château, avec de nombreuses dé-
ances, jardins anglais et potagers, parc et garenne, le tout de la conte-

parce qu'alors il aura plus de vîtesse. Dans cet exemple, la hauteur est encore un des élémens de la puissance mécanique, puisqu'elle détermine la vîtesse de la masse; elle en est la force génératrice. Ainsi

Un mètre cube de matière tombant de la hauteur d'un mètre a une force quelconque; on en fait l'unité de puissance à laquelle on donne le nom de Dynamie, avec cette circonstance particulière à remarquer que si la hauteur est double, la force ou puissance l' est également.(a) Ainsi, la puissance mécanique est proportionnelle à la masse & à la hauteur ou vîtesse; elle est toujours le produit de la masse par l'autre élément. Que le corps tombe ou s'élève d'un mètre, il y a toujours la même quantité de puissance mécanique réalisée. En tombant, il consomme sa puissance; en s'élevant, il en a en réserve.

Lorsqu'on connaît la vîtesse d'un corps qui se meut horizontalement d'un mouvement uniforme, on peut toujours en évaluer la force mécanique, au moyen de la loi de la chute des corps exposée dans les tables de Galilée; on cherche

pour avoir l'un des élémens de cette puissance, dans un cours d'eau, il faut évaluer la différence de niveau entre le bief supérieur et le bief inférieur. D'après ce principe, s'il pouvait exister un cours d'eau sans différence de niveau, sa puissance mécanique serait tout-à-fait nulle.

que l'eau est ici le corps qu'on a choisi pour fournir et exprimer cette puissance.

(a) Il ne doit pas être question ici du temps que la masse employe à parcourir l'étendue donnée, puisque elle suivrait la loi de la chute des corps en vertu de laquelle l'espace parcouru est proportionnel aux nombres 1. 3. 5. 7 &c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'indication de l'espace auquel correspond la vitesse connue, et on a l'expression de celle du corps dont il s'agit en unités de puissance mécanique.

Ces premières notions étaient indispensables, parce qu'elles ne sont familières qu'à un trop petit nombre de personnes. Elles sont encore presqu'aussi ignorées que la nature même de la puissance mécanique ou des forces vives, nom sous lequel Newton et Leibnitz désignaient plus particulièrement cette puissance. On en use, mais sans en connaître les éléments ni la manière dont son action s'exerce. Il en est de cela comme, par exemple, d'un lingot d'or dont on connaîtrait le poids et non le titre. Le possesseur de ce lingot pourrait bien dire qu'il a de l'or ; mais il ne saurait pas quelle en est la valeur, s'il ignorait dans quelles proportions ce métal s'y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouve allié avec le cuivre ou tout autre métal.

Toutefois, c'est assez de mécanique pour un cours de chimie; il faut en revenir à l'objet principal qui consiste à faire connaître comment la vapeur d'eau produit la puissance mécanique.

La chaleur agit sur tous les corps et les affecte de diverses manières; les mêmes effets sont également bien différens selon l'état ~~des corps~~, solide, liquide ou gazeux de ces corps. La dilatation en est un exemple. Quoiqu'elle soit toujours un des résultats de la chaleur, elle est très-peu sensible dans les solides, beaucoup plus dans les liquides et bien plus encore dans les fluides élastiques. Ainsi, de zéro à 100°, le volume du fer ne s'accroît que de quelques millièmes, celui de l'eau est augmenté de 1/22 = 0.044 environ, et celui de l'air de 0.375, plus d'un tiers; en outre, la dilatation est uniforme dans les fluides

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

élastiques ; elle est toujours = 1/267 du volume pris à zéro, pour chaque degré du thermomètre centigrade ; mais elle est très-variable dans les corps à l'état solide ou liquide.

Un autre phénomène bien plus merveilleux résultant de la chaleur est celui de la Gazéification des corps ; l'augmentation de leur volume est bien autre que celle produite par la dilatation elle est, sur l'eau passant à l'état de vapeur, = 1700 fois le volume de l'eau à l'état liquide, avec une température de 100.° Seulement, de sorte qu'un litre d'eau = un décimètre cube fournit 1700 litres de vapeur = 1. mt.cb. 700 (aa) Mais la température ne s'indique par la quantité de chaleur absorbée par un corps ; il y a encore de grandes différences à cet égard ; la même quantité de chaleur ne produit pas les mêmes effets sur tous les corps ; celle qu'ils absorbent est subordonnée à leur capacité pour la chaleur, propriété très-variable

(aa) Le poids d'un litre de vapeur d'eau à la température de 100.° est donc de 0k.588. puisqu'il ne faut que 1.k d'eau ou un litre pour produire 1700 litres de vapeurs, car 1700 : 1000 :: 1. 0.588. Et sa densité, comparée à celle de l'air prise pour unité, [illegible] à la température de zéro, serait de 0.483, puisque 1.298 : 1 :: 0,588 : 0.483, mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour chacun d'eux, & à leur chaleur latente, autre propriété également variable & corrélative à la précédente.

Ce sujet si fécond en résultats de la plus grande importance pour la production des richesses, n'avait jamais été traité complètement dans les ouvrages anciens ; aussi les connaissances qui en découlent sont-elles très-peu répandues. Mais un des auditeurs de ce cours, M. Carnot, Off.er du génie ancien élève de l'école Polytechnique, a eu le courage & l'heureuse idée d'aborder cette intéressante question dans un ouvrage fort remarquable qu'il vient de publier sous le titre de Réflexions sur la puissance du feu &a. Il se vend chez Bachelier.

On ne peut entrer ici dans tous les détails que comporte une matière aussi vaste ; on doit se borner à faire connaître les moyens de produire la vapeur & sa puissance mécanique. Cependant il ne faudra pas moins

Le volume de l'air à la température de 100.° étant de 1.375 c'est-à-dire plus d'un tiers au delà de ce qu'il est à zéro, il faut dire, 1,298 : 1,375 :: 0,588 : 0,623. Ce dernier nombre exprime la densité de la vapeur comparée à celle de l'air, ces deux fluides ayant la même température. Ainsi, la vapeur d'eau est près de 0.4 plus légère que l'air

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

14e. Leçon.

de trois leçons pour cet examen. Aujourd'hui nous nous occuperons des lois constitutives de la vapeur, conformément aux formules écrites sur le tableau. ~~(V. p. 11 et 12)~~ Lundi, on exposera la théorie de sa puissance mécanique; et dans la leçon suivante on développera les moyens d'application de cette théorie à tous les systèmes de machines connues et à découvrir. Au reste, ce ne sera guères que le résumé de ce qu'on enseigne sur cette matière dans les Cours généraux de physique et de chimie auxquels M. Clément croit que la plupart de ses Auditeurs ont déjà assisté. (b)

La loi la plus essentielle de celles qui constituent la vapeur est celle qui en détermine la masse.

Tout que l'eau se vaporise, il ne suffit pas d'en opérer l'ébullition; il faut encore continuer à la chauffer; mais elle

(b) En effet, c'est un sujet auquel on a consacré six ou sept leçons au Cours de physique de la faculté des Sciences en 1823 et 1824; il en sera probablement de même cette année. ~~(Voir le plan de ce Cours, 14e. Leçon et suiv.)~~

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne manifeste par cette chaleur qu'on y accumule, elle l'absorbe en passant à l'état de fluide élastique, et elle la restitue en redevenant liquide.

La quantité de chaleur latente que renferme la vapeur d'eau a été déterminée par les expériences de plusieurs physiciens, et notamment par celles de MM. Watts & Hack; il en résulte qu'un Kilogramme de vapeur d'eau peut liquéfier 8.K66. de glace, et porter à l'ébullition 5.K5. d'eau à zéro. Or, il faudrait 75.o de chaleur pour fondre un K.me de glace, c'est-à-dire qu'en y mêlant une égale quantité d'eau à 75.o, on en retire 2.K.mes d'eau à zéro; ainsi 8.66 X 75 = 650. unités de chaleur que sont contenus dans cent K.mes de vapeur où le thermomètre n'indique pourtant que 100.o Il a déjà été parlé de ces résultats dans une des leçons précédentes. (la 10.e ~~[illegible]~~)

On a aussi fait connaître dans la même leçon combien était erronée l'opinion des chimistes qui croyaient qu'il fallait moins de chaleur pour vaporiser ou distiller l'eau dans le vide que sous la pression atmosphérique, & qu'il en faudrait par conséquent davantage sous une pression plus grande que celle de l'atmosphère;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais aujourd'hui il est incontestable que la vapeur contient toujours la même quantité de chaleur sous toutes les pressions, et à toutes les températures. Ainsi, il y a autant de chaleur dans la vapeur qui se forme sur la glace que dans celle que produirait une température de 6[illegible] indiquée par le thermomètre sur de l'eau chauffée jusqu'au rouge, dans un vase assez fort pour s'opposer au dégagement de la vapeur jusqu'à cette température; cependant il faut, dans ces divers cas, que l'espace occupé par la vapeur en soit saturé; mais cette chaleur y est latente, car la vapeur ne manifeste que celle sous laquelle elle s'est formée. (V. ~~La 10.e Leçon du 1.er vol.~~)

Si la vapeur passe dans un espace plus grand ou plus petit, plus chaud ou plus froid, sans se liquéfier, elle se dilate ou se comprime, & la loi change.

Supposons qu'un espace contient une quantité donnée de vapeur et qu'il en est saturé; admettons aussi que ses parois sont imperméables à la chaleur. Si on réduit cet espace en comprimant la vapeur avec un piston, la température

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

augmente ; elle diminue au contraire
Si on élève le piston pour agrandir
l'espace où la vapeur se dilate & ne
le sature plus. Ainsi, sans que la
vapeur se condense, sa chaleur manifeste
s'accroit par la compression & diminue
par la dilatation ; mais en y ajoutant
sa chaleur latente, on trouve toujours
les 650 unités ou calories inhérentes
à son état de fluide élastique. (L) Un

La 2e loi constitutive de la vapeur
est celle que Mariotte a découverte et

#l'espace est saturé de
vapeur d'eau, pour une
température et une
pression déterminées,
lorsque ces deux conditions
étant les mêmes ; la
moindre goutte d'eau qu'on
y introduit y conserve l'état
liquide ; mais si on augmente
la température ou que l'on
diminue
cette d'
goutte d
immédia

augmente; elle diminue au contraire. Si on élève le piston pour agrandir l'espace où la vapeur se dilate & ne le sature plus. Ainsi, sans que la vapeur se condense, sa chaleur manifeste s'accroit par la compression & diminue par la dilatation; mais en y ajoutant sa chaleur latente, on trouve toujours les 650 unités ou calories inhérentes à son état de fluide élastique. (c) Un

#espace est saturé de vapeur d'eau, pour une température et une pression déterminées, lorsque ces deux conditions restant les mêmes; la moindre goutte d'eau qu'on y introduit y conserve l'état liquide; mais si on augmente la température ou que l'on diminue la pression, l'espace cesse d'être saturé et cette goutte d'eau se transforme immédiatement en vapeur.

La 2e loi constitutive de la vapeur est celle que Mariotte a découverte et qui porte son nom. C'est dans des expériences sur l'air que ce physicien l'a trouvée; mais elle est commune à tous les fluides élastiques, permanens ou non. Cette loi est extrêmement simple, et son énoncé suffit pour la faire comprendre: le volume est en raison inverse de la pression. Par exemple, un litre de vapeur remplit l'espace d'un décimètre cube sous la pression d'une atmosphère; cet espace est son volume; sous 2. 3. 4 ou un plus grand nombre d'atmosphères, il n'en remplira plus que la 1/2, le 1/3, le 1/4 et ainsi de suite. L'espace ou le

(c) Il ne faut probablement regarder ceci que comme une hypothèse, car on enseigne comme un axiome en Physique, que la vapeur ne se laisse pas comprimer. Elle se condense, c'est-à-dire, se liquéfie si la température n'augmente pas proportionnellement à la pression qu'on lui fait subir, et il ne reste à l'état de vapeurs que la quantité qui doit saturer l'espace où elle est réduite. A la vérité, on suppose ici que les parois du vase sont imperméables à la chaleur.

Au reste, d'après des expériences récentes faites en Angleterre, il paraît que parmi les gaz jusqu'à présent réputés permanens, il y en a peu qui résistent à une forte compression. On est parvenu ainsi à liquéfier l'hydrogène carboné, l'acide carbonique &a.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

volume est toujours exprimé par une fraction ayant pour numérateur l'unité et pour dénominateur le nombre d'atmosphères qui pèsent sur la vapeur.

La 3e Loi, également commune à tous les fluides élastiques, détermine la dilatation qu'ils éprouvent par l'effet de l'augmentation de température. Cette dilatation, comme on l'a déjà dit plus haut, est de 1/267e du volume pris à zéro, pour chaque degré centigrade. Ainsi, en élevant la vapeur de la température de zéro à celle de 267c., son volume serait doublé, si l'espace qu'elle saturait d'abord pouvait aussi devenir double; dans le cas où l'espace primitif reste le même, c'est la tension ou l'élasticité de la vapeur qui est doublée. Quelle que soit l'augmentation de température la dilatation reste constante de 1/267e du volume pris à zéro, ~~(V. f. 187)~~ comme on l'a déjà dit plus haut.

La 4e Loi a pour objet de faire connaître la force expansive de la vapeur; mais ses rapports exacts avec la température sous laquelle elle existe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'ont pas encore pu être déterminés théoriquement. Ils ne l'ont été jusqu'à présent que d'une manière empirique #

c'est-à-dire par l'expérience jusqu'à une certaine limite, et au delà par induction.

Si on échauffe un vase contenant de l'air & n'ayant qu'un petit orifice fermé par une soupape très-mince et très-mobile, l'air intérieur se dilate; en vertu de sa force expansive, il tend donc à s'échapper en soulevant la soupape; mais on peut s'opposer à son issue en la chargeant successivement de légers poids qui en maintiennent l'équilibre avec l'air extérieur. C'est un phénomène analogue à celui que produit la force expansive de la vapeur.

Fig. N.° 8.



Qu'on suppose maintenant un tube à 2 branches dont l'une, très-courte, contiendra de l'eau, et l'autre, très-longue, une colonne de mercure de 0.m 76. surmontée d'un espace vide indéfini, ces deux liquides étant séparés l'un de l'autre par un petit espace vide dans le coude du tube. (V. la fig. N.° 8.

En plongeant dans un bain très-chaud la branche qui contient l'eau, ce liquide se vaporise, & la force expansive de sa vapeur pousse la colonne de mercure proportionnellement à la dilatation que la chaleur lui fait éprouver ; mais en augmentant progressivement le poids que doit soulever la vapeur, son volume diminue aussi proportionnellement & son élasticité s'accroît, pourvu toutefois que la température augmente également dans les mêmes proportions.

Par exemple, le bain dans lequel on plonge la petite branche du tube élève l'eau à la température de 100.° et la vaporise entièrement. A cette température la force élastique de la vapeur est égale à la pression atmosphérique représentée par la colonne de mercure de 0.m76, elle repoussera donc cette colonne jusqu'à une hauteur telle que l'espace qu'elle devra saturer sera 1700 fois plus grand que celui qu'occupait l'eau à l'état liquide, parce que nous supposons que la colonne de mercure se meut dans un vide

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

indéfini. Si au contraire cette colonne était de 1.mt 52. & par conséquent d'un poids double, elle équivaudrait à deux atmosphères, et il faudrait une température de 122.° pour produire la même quantité de vapeur qui ne la soulèverait que jusqu'à la moitié de l'espace primitif. A une température moindre, la vapeur ne pourrait vaincre cette double pression. Voici comment se formerait par. (a) Il faudrait # 120.° de plus pour trois atmosphères, & ainsi de suite, mais toujours avec un nombre moindre de degrés en augmentant la pression.

La force élastique ou expansive de la vapeur à la température de zéro se reconnaît en introduisant un très-petit morceau de glace dans le vide d'un baromètre. La vapeur qui se forme déprime la colonne de mercure d'environ 5 millim. Et pour démontrer mieux encore la formation de la vapeur, on attache un peu de potasse sèche à la voûte du tube barométrique; cet alcali étant très-avide d'eau, absorbe la vapeur, se dissout & tombe sur le mercure.

La terme de la force expansive de la vapeur indiqués sur le tableau, ~~(v. la formule 4.e)~~ sont les résultats de diverses expériences faites par MM. Dalton & Taylor. Celles du 1.er s'arrêtent à la température de 100.°, & celles du Second vont de 100 à 160.° Cette dernière température équivaut à 6 atmosphères; il est rare qu'on emploie la vapeur à une pression supérieure. Cependant Notre

(a) Ne vaudrait-il pas mieux que l'espace compris entre le mercure & l'eau fût rempli par un corps imperméable, mais mobile, tel qu'un piston, à l'aide duquel la vapeur pourrait la colonne de mercure? Autrement, il semble qu'elle pourrait s'infiltrer à travers le mercure et s'échapper.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Professeurs a sondé ces résultats jusqu'à 10 atmosphères & 182.°
mais en les calculant par induction & non d'après des expériences. Il est bon de remarquer que dans ces divers cas la vapeur sature toujours l'espace.

Quoique la température soit très élevée quand la vapeur est ainsi réduite à un petit volume par une pression de plusieurs atmosphères, la chaleur n'y est pas très-grande, à cause du peu de cohésion de ses molécules. C'est à peu près le même phénomène que dans un briquet pneumatique où l'on allume de l'amadou par une forte & rapide compression de l'air; mais cette haute température ne dure qu'un moment; elle cesse presqu'aussitôt quoique l'air reste comprimé.

Dans la dernière colonne du tableau de la force expansive de la vapeur, on a indiqué son volume réel, d'après la dilatation qu'elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éprouve d'un 267e par degré de température, suivant sa 3e loi constitutive exposée ci-dessus. ~~[illegible]~~ On trouve ce volume réel en ajoutant au volume constant autant de 267es qu'il y a de degrés de plus. (e)

(e) Ceci me semble avoir besoin d'une plus ample explication.

Prenons pour exemple le volume constant sous la pression de 2 atmosphères, = 850; la différence de température étant de 22°, il faudrait y ajouter 22/267 = 1/12 environ; or le 12e de 850 = 71 = 850/12 et 850 + 71 = 921; cependant il ne faut que 900 pr volume réel. La différence serait plus grande encore sous les autres pressions.

Mais il ne faut pas oublier que ce sont des 267es du volume pris à la température de zéro qu'il faut ajouter au volume constant. Il s'agit donc de savoir ce que serait à zéro et sous la pression d'une atmosphère le volume

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que nous savons être = 1.700. à 100 degrés. Voici comment j'y suis parvenu.

Un gaz quelconque, en passant de la température de zéro à celle de 100.° acquiert une augmentation de volume = 100/267 = 0.375. Ainsi, le volume qui, à zéro, était = 1000, est, à 100.° = 1375. Maintenant je dis :

1375 : 375 :: 1700 : 464.

J'ai donc 1700 − 464 = 1236 = le volume à zéro dont j'ai à prendre le 267.e pour l'ajouter aux volumes constans ou l'en ôter autant de fois qu'il y aura de degrés de plus au dessus ou au dessous de 100.° Or $\frac{1236}{267}$ = 4.6.es Ce quotient est le multiplicateur commun, et les multiplicandes sont les différences de température, mais les produits sont ensuite proportionnés aux pressions, c'est-à-dire, que pour les pressions supérieures à une atmosphère ils ne doivent être ajoutés qu'après

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avoir été divisés par le nombre exprimant chaque pression, et pour celles inférieures, ils ne doivent être retranchés qu'après avoir été multipliés par le dénominateur de la fraction qui exprime aussi chacune de ces pressions inférieures; car ces produits subissent également la loi de la pression.

Ainsi 1°. pour avoir le volume réel sous la pression de 2 atmosphères, je dis: $4.6 \times 22 = 101.$

$$\frac{101}{2} = 50$$

$$850 + 50 = 900 = \text{Volume réel.}$$

2°. Pour l'avoir sous la pression d'une demi-atmosphère, je dis:

$$4.6 \times 18 = 82.8.$$

$$82.8 \times 2 = 165$$

$$3400 - 165 = 3235 = \text{volume réel.}$$

D'après ces principes, je trouve à très-peu de chose près, les mêmes nombres que dans la 4e. colonne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

14.e Leçon.

Dans ce tableau de la force expansive de la vapeur, ~~d'après Dalton~~ il s'en faut pour la pression de 3 atmosphères où le volume réel doit être de 621 au lieu de 590, et pour la pression de 1/8 d'atmosphère où il n'est que de 11,800 au lieu de 12,800. Comme on le voit ci-dessous.

1.° $4.6 \times 35 = 161$

$\frac{161}{3} = 54$

$567 + 54 = 621 =$ volume réel.

2.° $4.6 \times 49 = 225.$

$225 \times 8 = 1800.$

$13600 - 1800 = 11,800 =$ volume réel.

Je me suis donné beaucoup de peine pour trouver la solution de ce problème dont MM. Pfaff et Clausen m'ont donné la clef dans la séance suivante, en disant que le 367.e du volume à 100.° était la même chose que le 267.e du volume à zéro. Effectivement $\frac{1700}{367} = \frac{1236}{267} = 4.6.$

(Note de la page 23) Il faut probablement regarder ceci que comme une hypothèse, car on enseigne en Physique comme un axiome, que la vapeur ne se laisse pas comprimer. Elle se condense, c. à d. se liquéfie si la température

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'augmente par proportionnellement à la pression qu'on lui fait subir, et il ne reste à l'état de vapeur que la quantité qui doit saturer l'espace où elle est réduite. A la vérité, on suppose ici que les parois du vase sont imperméables à la chaleur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

34.

Chimie
appliquée aux arts.

15e Leçon.

Lundi, 24 Janvier 1828.

Suite de la vapeur. — Des moyens de produire la puissance mécanique. — De ses effets.

Formules et dessins tracés sur le tableau. (V. les fig. Nos 9 & 10.)

1° Limites de l'existence de la vapeur.

Pression maxime = 4246 atmos. × température = 650°
Pression minime = 0 id. = 0°
id. id. pour notre climat = 1/68 at.e à 12° absolu

2° Puissance mécanique jusqu'à 12° = 1/68 d'atm.e

Température.	Pressions.		Puissance mécanique totale dynamique
à 650°. et à 4246 atmosph.	Production ———		273 "
	Détente. ———		
215 à 25 id.	Prod.on	23.09.	
198. à 15 id.	Détente	135.61.	158.70.
			135. "
182. à 10 id.	Prod.on	21.71.	
	Détente.	106.23.	127.94.
153.3. à 5 id.	Prod.on	20.10.	
	Détente.	91.47.	111.57.
100 à 1 id.	Prod.on	17.58.	
82. à "1/2 id.	Détente.	61.65.	79.23
			67.

(pour 1 Kme de vapeur.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A60 35.

3.° Puissance mécanique
d'un Kilogramme de vapeur produite dans
1 atmosphère & s'élevant au Sommet.
Machine à vapeur de la nature.

1.er Effet. Ascension propre de la vapeur.
Puissance mécanique = 0.mc.001 × 70000.mt = 70 Dynamies. (*)
70000 mt. = la hauteur de l'atmosphère. (**)
2.e Effet. Détente & production = 79. 23.

Maximum total des 2 effets. 149. 23.

(*) Il y avait ici : Puissance mécanique = 1.K au lieu
de = 0.mc.001. C'est en retraçant cette formule dans
la 15.e leçon du Cours de l'année suivante que le
Professeur a donné ce dernier nombre qui est le seul
exact. (V. ci-après la note g.)

(**) Les Physiciens sont très-divisés d'opinion sur
les limites de l'atmosphère. 70000 mètres ne sont
qu'environ 16 lieues ; cependant on croit assez
généralement qu'elle est beaucoup plus haute.
Mairan l'évaluait à 266 lieues et plus.

Les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

15e. Leçon.

Les notions développées dans la dernière séance sont, pour ainsi dire, les matériaux qui doivent servir, dans celle-ci, à construire l'édifice théorique de la production de la vapeur. Elles en sont les principes essentiels; il convient donc de les rappeler, au moins sommairement.

La première loi indispensable est celle en vertu de laquelle un poids donné de vapeur contient la même quantité de chaleur, quelles qu'en soient la pression & la température. Ainsi, un K.me de vapeur à zéro, dont la pression n'est que de 5 mm sur la colonne barométrique, ce qui n'équivaut qu'à 1/152 d'atmosphère (0.0066 environ) renferme autant de chaleur qu'un K.me de vapeur qui ne se serait formée qu'à la température de 650.c et dont la pression = 4246 atmosphères. Quelque paradoxale que paraisse cette assertion, elle est démontrée par diverses expériences sur le calorimètre de glace avec la vapeur de différentes pressions; un K.me de vapeur a toujours fondu 8 K. 2/3 de glace. Des résultats analogues ont eu lieu avec la vapeur à la temp.re de zéro, par une expérience inverse sous la machine pneumatique. C'est-à-dire, non en fondant de la glace, mais en la formant au moyen d'un dégagement de

vapeur produite par l'eau dans le vide et absorbée par l'acide sulfurique; de neuf grammes 2/3 d'eau employée à l'expérience, il est resté 8. 2/3 de glace. (V. ci-dessus ~~la 10e et 14e Leçon~~)

Lorsque la vapeur est constituée, elle contient donc la même quantité de chaleur, pourvu que l'espace en soit saturé; s'il ne l'est pas, la loi change; la vapeur n'agit plus alors que comme tout autre fluide élastique dans les mêmes circonstances.

Une autre loi non moins indispensable est celle qui fait connaître le rapport de la force expansive de la vapeur, d'après les expériences de MMrs. Dalton & Taylor, depuis zéro jusqu'à 160°, & les calculs basés sur ces premiers résultats pour les températures supérieures. (V. la 14.e ~~Leçon~~ leçon.) L'accroissement de la force élastique proportionnel à la température peut se représenter par une courbe à peu près semblable à celle qui est tracée sur le tableau & qu'on expliquera tout à l'heure. (V. la fig. ~~B. 38~~ N.o 10.)

Une 3.e loi, celle connue sous le nom

de Mariotte, nous démontre que le volume est en raison inverse de la pression. (V. la ~~14e Leçon~~ ~~t. 2. p.~~)

Enfin la dernière loi, découverte par Mr. Gay Lussac, est relative à la dilatation que tous les fluides élastiques éprouvent par l'action de la chaleur, et qui est toujours de 1/267 de leur volume pris à zéro, pour chaque degré du thermomètre centigrade, ou de 1/367 du volume pris à la température de 100°. ~~(V. t. 2. p. 95 et 96)~~ (V. la note E de la 14e Leçon.

Les figures ~~2, 9 et 10~~ tracées sur le tableau ~~(V. t. 2. p. 98)~~ ont pour objet de faire mieux comprendre, par des hypothèses, quelques-uns des effets de la production de la vapeur sous diverses pressions.

Le vase (fig. ~~2~~) est supposé plein d'eau et d'une hauteur qui corresponde à dix atmosphères, = 100 mètres environ; le robinet qui est à sa partie inférieure communique avec une chaudière à vapeur d'où l'on introduit dans le vase un poids donné de vapeur, soit un Kilog.me, dont le volume est connu sous cette pression

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de dire atmosphères. Nous savons, par le tableau de la force expansive donné dans la dernière leçon ~~(t. 100)~~ que ce volume = 210 litres qu'on suppose aussi réduits à 200. La vapeur qui est entrée dans le vase est, par une autre supposition, renfermée dans une espèce de sac où elle est à l'abri du contact de l'eau; elle ne perd donc rien de sa chaleur. Elle ne peut pas se condenser. Mais lorsqu'elle est à la partie inférieure, elle occupe un espace représenté par le petit rectangle a, et déplace un pareil volume d'eau qui ~~la~~ pousse vers la partie supérieure d'où elle coule dans un déversoir ~~E~~. Tel est l'effort produit par ce K^m. ou ces 200 litres de vapeur sous la pression de 10 atmosphères; en multipliant cette masse par la hauteur du vase qui est d'environ 100 mètres, le produit donne l'expression de la puissance mécanique dudit volume de vapeur égal au rectangle a. Ainsi $0^{mt}.Lb.\ 200 \times 100^{mt} = 20^{m}.b = 20$ dynamies. (V. ~~la 14e leçon~~)

Si, après ce premier effet, la vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se mêlait à l'eau, elle se liquéfierait et le phénomène cesserait ; mais nous devons la suivre dans toutes ses phases jusqu'en haut du vase, en supposant ce terrible sac qui la renferme & où elle reste toujours à l'état de fluide élastique. Elle s'élève donc jusqu'au rectangle b, qui représente le volume qu'elle doit avoir à cette hauteur laquelle n'est que de 9 atmosphères ; et ce volume = 228 litres, soit 220, conformément à la susdite table de la force expansive (14e Leçon) En montant ainsi, elle expulse une nouvelle quantité d'eau ; elle en fait autant à chacun des rectangles c, d, e, f &c. parce que la pression diminue chaque fois d'une atmosphère & que le volume de la vapeur s'accroît proportionnellement. Il est donc, à 8 atmosphères, = 260 ; à 7, = 286, et ainsi de suite (*) Mais la hauteur diminue aussi de 10 mètres

Chaque

(*) Voir le tableau intitulé : Force expansive de la vapeur, au commencement de la 14e Leçon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaque fois ; par conséquent, les produits de ces diverses masses par chacune des hauteurs correspondantes exprimeront en dynamies la puissance mécanique de la vapeur à chaque pression, ce qu'il est très-facile de trouver par de simples opérations arithmétiques, puisque les deux facteurs, hauteur & masse, sont connus. En ajoutant tous ces produits, on a la totalité de la puissance mécanique ; le premier représente la portion de cette puissance résultant de la production de la vapeur, et les autres donnent celle qui résulte de sa détente. (a)

On trouve la puissance mécanique de la

(a) D'après ces principes, voici quelle serait la totalité de la puissance mécanique d'un K.gr. de vapeur produite sous la pression de 10 atmosphères

Pression.	Volume.		Hauteur.		Dynamies.
10 atmosphères.	0.mèt.cub. 210.	×	100 mètres	=	21. "
9	0. 228.	×	90.	=	20. 52.
8	0. 260	×	80.	=	20. 80.
7	0. 286	×	70.	=	20. 02.
6	0. 327.	×	60.	=	19. 62.
5	0. 389.	×	50.	=	19. 45.
4	0. 473.	×	40.	=	19. "
3	0. 621.	×	30.	=	18. 63.
2	0. 900.	×	20.	=	18. "
1	1. 700.	×	10.	=	17. "
			Total		194. 04.

Mais il y a une différence de près de 66 dynamies avec le nombre donné dans la 2.e formule et qui n'est que de 127. 94. Cette différence est peut-être celle qui existe entre la théorie & la pratique. Elle serait plus grande encore en comptant la hauteur d'une atmosphère = 10.mèt 4. Cela serait environ 7 dynamies de plus. (V. ci-après les notes b et c.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

détente seule, à une pression quelconque, en retranchant le volume que forme la vapeur, sous cette pression, de celui qu'elle a sous la pression qui vient immédiatement après, et ainsi de suite jusqu'à la fin. Par conséquent, en prenant la vapeur à 10 atmosphères, il faut retrancher son volume de celui qu'elle aurait à 9 atm. 3/4, puis de celui de 9. 1/2, de 9. 1/4 &c. &c. (6)

Si l'hypothèse des résultats de la vapeur se promenant

---

(6) La puissance mécanique de la détente étant calculée conformément à ces données, il y aurait encore des différences assez grandes, car en voici les résultats:

m.cb.		m.cb.		m.cb.
0. 228.	—	0. 210.	=	0. 018.
0. 260.	—	0. 228.	=	0. 032.
0. 286.	—	0. 260.	=	0. 026.
0. 327.	—	0. 286.	=	0. 041.
0. 389.	—	0. 327.	=	0. 062.
0. 475.	—	0. 389.	=	0. 086.
0. 621.	—	0. 475.	=	0. 146.
0. 900.	—	0. 621.	=	0. 279.
1. 700.	—	0. 900.	=	0. 800.

Le total de ces restes forme donc une masse de 1. 490.

Si on la multiplie par la hauteur que représente le nombre d'atmosphères de la pression primitive, soit 100 mètres, le produit = 149 dynamies au lieu de 106. 23. nombre indiqué dans la 2e. formule. Ce produit serait bien plus considérable si les soustractions avaient lieu de 1/4 en 1/4 d'atmosphère et si on les poussait au dessous d'une atmosphère, parce que la masse serait plus forte; mais si on multipliait chacun des restes par la hauteur de leur pression respective, le produit serait bien inférieur à 106. 23. Il y a là quelque chose qui ne me paraît pas fort intelligible. Au surplus, ce n'est que de la théorie, et par conséquent presque un hors d'œuvre. — Dans la présente note comme dans la précédente, le volume de chaque pression est donné par la 4e. formule de la 14e. leçon, tableau intitulé: Force expansive de la vapeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le vase et le parcourant de bas en haut n'était pas bien comprise, la figure N.o 10 pourrait en faciliter l'intelligence: les lignes horizontales partant de la ligne verticale PP' et qui se prolongent jusqu'à la courbe correspondent aux divisions du vase, avec les mêmes indications. La surface du rectangle P, 2, représente le produit de la masse de vapeur à 2 atmosphères par la hauteur du vase; la surface du rectangle P, 6, celui de la masse à 9 atmosphères par la hauteur correspondante, et ainsi des autres.

Il est dans les pressions moyennes que se trouve la plus grande quantité relative de puissance mécanique; elle est bien loin de s'accroître proportionnellement à l'augmentation de pression que la vapeur est susceptible de recevoir. Par exemple, supposons qu'un vase contenant un K.me d'eau ait les parois assez fortes pour résister à la force expansive du liquide qu'on chauffera jusqu'au rouge & qui acquerra, par conséquent, une température manifeste de 650.°; la pression sera alors à son maximum = 4246 atmosphères, et pourtant la puissance mécanique ne sera que de 273 dynamies, tandis qu'avec 10 atmosphères seulement, la puissance mécanique de la même quantité de vapeur est d'environ 128 dynamies. On n'a donc qu'une puissance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un peu plus que double avec une pression qui est 424 fois plus forte. La disproportion est énorme.

On voit par là combien est faible l'avantage qu'on pourrait retirer d'une haute pression qui exige toujours une plus forte dépense de combustible et des vases plus capables de résister, outre que les dangers d'explosion augmentent en même temps. De savans Ingénieurs ont été dans l'erreur à cet égard, et entre autres M. Parkins qui a fait construire, il y a quelque temps, une machine à vapeur à très-haute pression dont on se promettait des merveilles, mais dont les résultats, jusqu'à présent, sont fort éloignés des espérances qu'on en avait conçues.

La puissance mécanique de la détente est beaucoup plus précieuse que celle de la production; c'est surtout sous ce point de vue qu'il faut considérer la vapeur et qu'on peut en tirer un meilleur parti. Quant à celle de la production, il n'y a qu'une très-petite différence d'une à 3 atmosphères, puisqu'elle est de 17.758 avec une et de 23.09. avec 3. (V. la 2e. formule) Cela se conçoit aisément lorsqu'on sait que la puissance mécanique qui résulte de la production de la vapeur est le produit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la pression par le volume. Or, le volume d'un K.me de vapeur qui est de 1700 litres à une atmosphère, n'est que de 66 litres à 35. Ainsi 1700 X 1 = 1700 et 66 X 35 = 2310. (c)

La figure N.o 10 peut donner une idée assez exacte du peu de différence qui existe entre la puissance mécanique de la production de la vapeur à une très-haute pression et celle d'une pression très-basse. En effet, considérons la ligne verticale PP' comme l'asymptote de la courbe A R, plus on la prolongera et plus sera étroit le rectangle compris entre cette ligne et l'autre ligne verticale qui touchera la courbe au point

(c) On n'a eu ces produits qu'en considérant une atmosphère comme équivalant seulement à une hauteur de 10 mètres cubes d'eau; mais la hauteur réelle = 10.m 4. = 32 pieds. Ainsi, 1.m.c 700. vapeur X 10.4 = 17.dm.c 68. et 0.m.c 066 X 10.04 X 35 = 24.dm.c 02. Ces évaluations se rapprochent davantage des indications de la formule, surtout pour la pression d'une atmosphère. Celle de 3f s'en rapprocherait aussi, parce que le volume réel de la vapeur n'est guère que de 0.m.c 063.

Les calculs des deux notes précédentes a & b sont faits aussi sur la base de 10.m pour une atmosphère, hauteur donnée par le professeur dans le doute pour les simplifier, et pour que les résultats théoriques soient moins éloignés de ceux qu'on obtient en pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'intersection de la ligne horizontale ; cette dernière ligne est celle qui correspond à la pression dont la puissance doit être exprimée par la surface de ce rectangle.

Au reste, nous aurons dans quelques jours une table imprimée qui contiendra tous les élémens de la formation de la vapeur & de sa puissance mécanique à toutes les températures & sous toutes les pressions. (d)

Une question assez curieuse qui se présente ici est celle de savoir quelle est la puissance mécanique de la vapeur dans notre atmosphère, de rechercher la force de la machine à vapeur de la nature ; car lorsque les eaux qui couvrent une grande partie de la grande surface du globe se vaporisent par l'effet de la chaleur de l'air, il y a production de puissance mécanique comme dans nos machines artificielles ; mais cette vapeur n'est jamais comprimée,

(d) M. C.[lém.t] n'a publié cette table qu'en 1826 V. la 15.e leçon du Cours de cette dernière année. Elle forme une seule page, grand papier, et se vend 1.f Cett assez cher. (V. la 27.e leçon du 4.e Cours, 28 f.r 1828)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parce qu'elle peut se répandre dans l'atmosphère où elle n'éprouve qu'une résistance qu'elle surmonte facilement, celle de l'air qu'elle déplace et fait déborder, si l'on peut s'exprimer ainsi, comme l'eau du vase. (fig. N°. 9) Elle exerce donc une action, une puissance sur cette portion de l'air, puisqu'elle l'expulse. (e)

La hauteur sensible de l'atmosphère est évaluée à 70000 mètres. Ainsi, un K.me de vapeur s'élevant aux extrémités supérieures, aurait pour premier effet, en vertu de son ascension propre, une puissance mécanique de 70 dynamies, et pour 2e. effet une autre puissance de 79d. 23. résultant de sa production sous la pression atmosphérique et de sa détente. (V. les 2e. & 3e. formules.) Ces deux effets s'opèrent simultanément. (f)

(e) Cette action de la vapeur naturelle est probablement une des principales causes des vents & de quelques autres phénomènes météorologiques, car l'air déplacé doit à son tour presser celui contre lequel il est poussé.

(f) Ne serait-ce pas un litre de vapeur $= 0.001^{m.c}$, au lieu d'un K.me, qu'il faudrait [redacted] pour avoir une puissance mécanique de 70 dynamies résultant de l'ascension propre ? Puisque la vapeur n'est pas

Cependant cette puissance mécanique ne serait pas la même sur tous les points du globe, parce que la pression atmosphérique n'y est pas non plus la même; la puissance serait beaucoup moindre sur une montagne élevée telle que le Mont blanc, où la pression n'est guères que la moitié de celle qu'on éprouve sur les bords de la mer.

En définitive, les hautes pressions artificielles sont inutiles pour la production de la puissance mécanique de la vapeur, car, on le répète, la différence d'effet est très-faible, en comparaison des moyens, puisqu'avec 3 atmosphères, on n'a en production qu'un tiers de plus de ce qu'on obtient avec une seule. Il n'en est pas de la vapeur comme de la plupart des autres agens

---

comprimée, le volume d'un K.me est toujours = 1.700 mèt. abstraction faite de la différence de densité résultant des différences de température. Or, en multipliant ce volume par la hauteur, on aurait 119 000 dynamies = 1.700 × 70000, ce qui serait énorme; mais ce n'est pas une résistance égale à celle d'une colonne de 70000 mètres d'eau que la vapeur éprouve en s'élevant, ce n'est jamais qu'une atmosphère. Ainsi, le 1.er effet doit être à peu près comme le Deuxième.

N.a Effectivement, en transcrivant de nouveau cette formule au commencement de la 15.e leçon du Cours de 1826, M. Clément a mis 0.m.c 001 au lieu d'un K.me Il a aussi changé le nombre des dynamies du 2.e effet qui, l'année dernière, n'était que de 75.65. Au reste, ces notions sont purement théoriques et en quelque sorte superflues dans un cours comme celui-ci.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mécaniques, où la puissance augmente avec la pression et proportionnellement à cette dernière cause.

Mais c'est surtout par l'emploi de la puissance résultant de la détente qu'on produit les plus grands effets, et avec une économie considérable. Par exemple, le service de la machine à vapeur de Chaillot qui est sans détente, coûte 160000 f par an; il ne coûterait que 20000 f si on avait su utiliser ce moyen lorsqu'on l'a construite.

(V. la 23e Leçon du Cours de 1826.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

50.

Chimie appliquée aux arts.

16.e Leçon.

—

Jeudi 27 Janvier 1825.

Suite de la vapeur. — De divers modes d'emploi de la puissance mécanique. — Des Machines à vapeur.

Formules et dessins tracés sur le Tableau.

(V. la figure N.o 11.)

1.° Maximum de puissance mécanique d'un K.me de charbon.

Pour une atmosphère. { Sans détente. 17.dyn.58 X 11 K. vap. = 193.dy.38.
avec détente. 75. 65 X 11 = 832. 15.

Pour 5 atmosphères. { Sans détente. 20. 10 X 11 = 221. 10.
avec détente. 111. 57 X 11 = 1227. 27.

Pour 10 atmosphères Sans détente. 21. 71 X 11. = 238. 81.

—

2.° Effet réel des machines.

Watt { 10 chevaux; (petites dimensions.) 1 K.e charbon = 53.dy.
360 ug (avec détente & grandes dimensions) 1 ug = 162.

Woolf. 10 chevaux. (petites dimensions) 1 ug = 73.

—

3.° Divers systêmes de machines.

1.er systême. Basses pressions Sans détente. } avec condensation.
2.e ug ug avec détente. }
3.e ug Hautes pressions, Sans détente ni condensation.
4.e ug ug avec détente et condensation.

—

N.a Les machines à hautes pressions sont d'Oliver Evans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4.° Mesure de la puissance mécanique.

1 homme × 1 jour = 112 Dynamies.
1 Cheval ordinaire vivant × 1 jour = 800 dyn. pr 8 heures de travail.
1 Cheval de batteurs de londres = 265 dyn. par heure × 2120 id
1 Cheval de machine à vapeurs de Watt × 1 h.re = 265 Dynam.
1 Idem × 24 heures = 6360 dyn. = 8 Chevaux ordinaires.
1 Dynamie Anglaise = 1 ℔ × 1 pied = $\frac{1}{7276}$ Dynamie française. (a)

(a) Le pied Anglais = 0.^{tois} 11.^{po} 4.^{li} = 136 lignes, mesure françaises.
Le quintal Anglais = 91.^{K} ½ de mare ; donc, la livre anglaise = 0. 91^{K} de mare.
La livre française = 0.^{K} 489951 et la liv. anglaise = 0.^{K} 448
car 1 : 0.489951 :: 0.91^{K} : 0. 448.
Le mètre = 443.^{lig} 3. et le mètre cube d'eau = 1000 K.^{gr}
Ainsi une Dinamie française = 1000^{K} × 443. 3 = 443300.
Et une Dinamie Anglaise = 0.^{K} 448 × 136 = 60. 928.
Par conséquent, une Dynamie anglaise = $\frac{1 \text{ dyn. fse.}}{7276.}$
Car 60.928 : 443300 :: 1 : 7276.
En évaluant la livre de mare à 0.^{K} 489146 comme il est dit dans quelques tables de rapport, la livre Anglaise = 0.^{K} 447. et la Dynamie = $\frac{1}{7292.}$
Le pouce anglais = 11.^{lig} 289 = 29.^{mm} 398.

N.a Des expériences postérieures ont porté à 273 dynamies au lieu de 265, la puissance mécanique ou la force d'un cheval de machine à vapeurs. (4 fév.r 1828.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§2.

Le Professeur avait reçu une lettre par laquelle on lui demandait comment on pourrait trouver les nombres indiqués dans la 4.e colonne du tableau de la force expansive de la vapeur et qui en expriment le volume réel. (V. la 4.e §.te de la 14.e leçon.) Il y a répondu en rappelant l'explication qu'il en a donnée dans la leçon susdite, (la 14.e) et qu'il a répétée dans la suivante; c'est en ajoutant au volume constant autant de 267.èmes du volume gris à zéro ou autant de 367.èmes de celui à 100° qu'il y a de degrés centigrades de température de plus. (V. les deux dernières leçons.)

Il a ensuite résumé succinctement les principales notions qu'il a exposées dans la dernière séance sur l'action de la puissance mécanique de la vapeur; 1.° l'hypothèse de l'introduction dans le vase (fig. N.o 9) d'un K.me de vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui, à son entrée, s'y trouve sous la pression de 10 atmosphères, et en expulse un volume d'eau égal au sien; 2°. celle de l'ascension de cette vapeur dont le volume s'accroît à chaque pression inférieure à celle qui la précède. Le premier effet est ce qu'on appelle la première production de la vapeur; sa puissance mécanique est exprimée par le produit du volume que multiplie la pression ou la hauteur. Les effets subséquens ou les accroissemens sont ce qu'on désigne sous le nom de détente. On connaît la puissance mécanique de chaque accroissement par le même procédé que pour la première production, c'est-à-dire, en multipliant chaque volume par la pression respective. (V. les notes a & b de la 15e. leçon.)

Il a mis aussi sous nos yeux un dessin à peu près semblable à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

figure N.° 12, dont les lignes droites A C, A D, sont les asymptotes de la courbe E F ; elle fait connaître, mieux encore que la fig. N.° 10, combien les machines à basses ou moyennes pressions sont préférables aux autres ; on le voit par le peu d'étendue des divisions qui s'éloignent le plus du point A, et qui représentent les hautes pressions.

Aujourd'hui nous avons à examiner les moyens d'employer la puissance mécanique de la vapeur. La figure N.° 11 doit donner une idée de leur résultats.

Le vase A, au fond duquel est un piston B, est supposé contenir de l'eau jusqu'à l'extrémité de la flèche, et cette colonne de liquide = une atmosphère = 10.m 34. Le robinet C de la partie inférieure à gauche communiquant avec une chaudière à vapeur sert à introduire dans le vase un K.me de vapeur qui soulève le piston sans le condenser ; l'eau est également soulevée par le piston, mais ne sort pas du vase dont la capacité supérieure est assez grande pour la contenir ; cependant l'effet est le même que si elle débordait ; en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soulevant cette colonne, la vapeur a produit un effort ou une puissance mécanique de 17.Dyn.58. = 1700 X 10 X 3 4.
Sour que le piston puisse redescendre, on injecte de l'eau froide dans l'espace occupé par la vapeur, afin de la condenser et d'y former le vide que le piston et l'eau qui le suit viennent remplir. Le vase D contient l'eau avec laquelle on condense la vapeur, au moyen du tube de communication garni outre d'un robinet. La tige du piston est attachée soit à une corde passant sur une poulie pour soulever un fardeau soit à un balancier F auquel est également attachée, à l'extrémité opposée, la tige d'un autre piston E qui se meut dans un corps de pompe. En retombant, le premier piston entraîne l'autre ou le fardeau qui peut être de 17 Dyn.s 58.
Cette puissance mécanique est applicable à toute espèce de mouvement d'ascension, de rotation &.a ; mais c'est au professeur de mécanique qu'il appartient de donner les développemens de ces divers moyens d'application, ainsi que de la construction des machines et de leurs accessoires, tels que les tuyaux par lesquels s'écoule l'eau qui provient de la vapeur condensée après la chute du piston &.a, puis les procédés qu'on emploie pour faire succéder une nouvelle introduction de vapeur à chaque condensation.

Les machines dont on vient de donner une description sommaire qu'on trouve d'ailleurs

BIB CNAM RESERVE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

…rages, sont celles
…le croirait en lisant le comme les
…utile, et probable…éen, quoique celles
…; elles sont fort
…l'ouvrage de M. …cauvreux de car; mais
…dans ce notre … …nnement par le
…de Moteur (qui n'est un espace où
…soulevé le piston,
…et peut être mû… qui, auparavant,
…oupe qu'elle refroidissait
…la partie …de communication de
…supérieure … …scensionnel du piston,
…d'autant mieux que
…basse dans le
…machines de Watt

…en perfectionnement
…; mais, on le répète,
…cours de mécaniques. (b)

…ouvrage a été publiée à
…ite par Tonen Grey.

On voit aussi dans les Annales de chimie du mois de
…bre 1823, un mémoire de M. Poisson contenant des
calculs sur la puissance mécanique de la vapeur, les résultats
de ces calculs sont à peu près les mêmes que ceux qu'a
trouvés M. Clément par l'expérience.

Les journaux ont également annoncé, en mai 1826, un ouvrage
intitulé: Description des machines à vapeur et détail des
principaux changemens qu'elles ont éprouvés depuis l'époque de
leur invention, et des améliorations qui les ont fait parvenir à leur
état actuel de perfection: par M. Nicholson. Traduit de l'Anglais
par E. Duverne. Un vol.e in 8.vo avec 8 planches. Prix 5.fr chez Bachelier.
V. également histoire descriptive des machines à vapeur,

…traduit de l'Angl. de M. Farey
…in 12 avec 6 pl. grav. 4.fr 50.
…chez Mathias, Essai sur les machines
…un long article d'un ingénieur
…dans l'index de 1829. p. 502.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

56.

171

(2 ou 3 vol in 8°.)

L'ouvrage de Nicholson traduit par Duverne ne m'a pas paru satisfaisant — le traducteur ne me paraît fort ni sur la langue anglaise ni sur la mécanique. Les fautes sont très multipliées dans son ouvrage sur les machines. Les figures, d'ailleurs gravées proprement, ne sont pas exemptes d'erreurs. — L'ouvrage de M. Borgnis (chez Bachelier) est supérieur. — 8 ou 10 vol. in 4°. avec un grand nombre de planches. — Il est d'ailleurs précédé d'un traité des principes de la mécanique et des élémens des machines simples, pour lequel il a beaucoup puisé dans le traité des machines de Lanz et Bétancourt. in 1 vol. in 4°. — Me borne traducteur de l'ouvrage de Nicholson, avec des notes qui le compléteraient et qui surtout rétabliraient la vérité en restituant aux français bien des découvertes qui n'ont pas été faites outre mer, comme on

On voit aussi dans les annales de chimie du mois de 9bre 1823, un mémoire de M. Poisson contenant des calculs sur la puissance mécanique de la vapeur, les résultats de ces calculs sont à peu près les mêmes que ceux qui a trouvés M. Clément par l'expérience.

Les journaux ont également annoncé, en mai 1826, un ouvrage intitulé: Description des machines à vapeurs et détail des principaux changemens qu'elles ont éprouvés depuis l'époque de leur invention, et des améliorations qui les ont fait parvenir à leur état actuel de perfection: par M. Nicholson. Traduit de l'anglais par E. Duverne. En vol. in 8°. avec 8 planches. Prix 5 fr. chez Bachelier. V. également histoire descriptive des machines à vapeur,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les machines à vapeur ne peuvent pas être bien classées, parce qu'elles peuvent être divisées de plusieurs manières; cependant on doit les considérer sous deux points de vue principaux, celui de la pression & celui de la détente.

On connaît maintenant cinq systèmes de machines à vapeur. Le premier est l'ancien système de Watt ou plutôt de Savery et de Newcomen à basse pression et sans détente; la vapeur s'y produit à une atmosphère et un quart tout au plus. Le 2ème, exécuté par Watt et par Moseley, est aussi à basse pression, mais avec détente; tous deux avec condensation. Le 3e emploie la vapeur à hautes pressions sans détente ni condensation. Le 4e, également à haute pression, y ajoute la détente et la condensation. Toutefois, la figure N°. 12 démontre que ces deux derniers systèmes sont fort inférieurs aux deux premiers dans la plupart des cas d'application de la puissance mécanique de la vapeur. Les machines à basses pressions, avec ou sans détente et avec condensation, mais surtout celles du 2e système sont infiniment préférables. On multiplie actuellement celles à détente en Angleterre, et on en obtient des résultats très-avantageux. Elles sont à moyennes pressions et forment celles du 2e système. La détente y est poussée jusqu'à une demi-atmosphère & même un tiers. Dans les autres machines elle cesse à une atmosphère. Cette détente n'est autre chose que la dilatation spontanée de la vapeur; elle a lieu au moyen d'une diminution de pression dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corps de pompe où la vapeur ne peut plus entrer, quand le piston est au milieu de sa course. L'eau froide, introduite alors sous le piston où se trouve aussi de la vapeur, la condense; cette condensation irait jusqu'à 1/256 d'atmosphère, si on y introduisait de la glace, parce que la vapeur serait réduite à la température de zéro. La pression étant donc beaucoup moindre au dessous du piston qu'au dessus, la vapeur qui occupe cette partie supérieure se dilate et pousse le piston; tel est l'effet de la détente. Dans les machines de ce genre, le piston ne communique pas avec l'air extérieur; c'est la vapeur qui le fait tomber; elle pénètre dans le cylindre par dessus et par dessous; mais celle de la partie inférieure est condensée la première, comme on vient de le dire. Ces machines sont aussi appelées à double effet.

Quoique l'on désigne sous le nom de machines à haute pression celles de deux atmosphères et au dessus, dans les actes que l'autorité a cru devoir publier pour prévenir les inconvéniens de l'emploi de la vapeur comme force motrice, ces limites sont une chose assez arbitraire; car les machines de 5 & 6 atmosphères sont encore à basse pression. Il est très-rare qu'on les emploie au delà, et il y en a beaucoup au dessous. Les plus nombreuses et les plus profitables sont dans les limites de trois atmosphères.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les mines de Cornouailles en Angleterre on se sert de machines à vapeurs d'un effet surprenant ; il y en a dont le cylindre a 90 pouces de diamètre et dont le piston est élevé à dix pieds. [illegible] celles de Watt à basse ing atmosphères, et celles [illegible] toutes avec détente. 360 chevaux ; celle (C) Elles font à la même quantité machines de Woolf sur les autres qui, rable. C'est surtout vice que les machines antage qu'elles présentent la proportion de 2 à 3, promptement, les autres est vrai qu'on a fait dernières qui, étant mines lorsqu'on vint menacées de se voir

173

Oliver Evans est l'inventeur des machines à vapeur à haute pression. Il en conçut la idée en voyant une espèce de pétards que font les enfans aux Etats-Unis. Ils introduisent à cet effet un peu d'eau dans un canon de fusil dont la lumière est bouchée et ils le bourrent à l'ordinaire ; puis ils mettent la culasse dans un feu de forge, et l'explosion ne tarde pas à se faire entendre. Ce jeu fut un trait de lumière pour Oliver Evans. « Voilà, s'écria-t-il, la force motrice que je cherche depuis longtemps. » Toute sa vie fut employée à seconder cette idée.

Son Manuel de l'Ingénieur constructeur de machines à vapeur a été traduit en français par M. Doolittle, qui aurait dû convertir les mesures anglaises en mesures françaises ; un traducteur doit épargner ces calculs à ses lecteurs.

(Revue encyc. mai 1821, de §13 à §21 du 10.e vol.)

Woolf a été dirigé à la première idée de scription et les dessins la société d'encouragement M. Doolittle à la fin constructeurs des ans. (V. la note 6 ci-dessus)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pompe où la vapeur ne peut plus entrer, quand
est au milieu de la course. L'eau froide,
te alors sous le piston où se trouve aussi de
, la condense ; cette condensation irait jusqu'à
atm
ue
ra
D
ca
ton
er
ai
el
De
ens
ni
ne
D
p
le
ne
on
e
br.
ea

Dans les mines de Cornouailles en Angleterre on se sert de machines à vapeur d'un effet surprenant ; il y en a dont le cylindre a 90 pouces de diamètre et dont le piston est élevé à dix pieds. Elles sont de deux espèces, celles de Watt à basse pression, c'est-à-dire, jusqu'à cinq atmosphères, et celles de Woolf à haute pression, mais toutes avec détente. La force des premières est de 360 chevaux ; celle des autres va jusqu'à 440. (C) Elles font à peu près le même travail avec la même quantité de combustible ; cependant les machines de Woolf l'emportent, à quelques égards, sur les autres qui, à leur tour, deviennent préférables. C'est surtout dans le commencement de leur service que les machines de Woolf sont supérieures ; l'avantage qu'elles présentent alors sur celles de Watt est dans la proportion de 5 à 3 ; mais comme elles se détériorent promptement, les autres reprennent leur supériorité. Il est vrai qu'on a fait quelques perfectionnements à ces dernières qui, étant déjà en possession d'exploiter les mines lorsqu'on vint établir celles de Woolf, étaient menacées de se voir

(C) La construction des machines de Woolf a été dirigée par M.r Jones Taylor à qui l'on doit aussi la première idée de l'emploi de la détente. On trouve la description et les dessins de ces machines dans les bulletins de la société d'encouragement X.bre 1818. V. au contr. les notes de M. Doolittle à la fin du manuel de l'Ingénieur mécanicien constructeur des machines à vapeur, par Oliver Evans. (V. la note b ci-dessus)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déburquer. Ainsi, le résultat de cette concurrence des Ingénieurs a produit une amélioration dans les procédés d'exploitation.

Les machines de Woolf sont plus compliquées que les autres, parce qu'elles ont deux cylindres et un plus grand nombre de soupapes; c'est ce qui contribue à accélérer leur détérioration.

Pour pouvoir comparer les avantages qu'on trouve dans l'emploi de tel ou tel moyen de puissance mécanique, il faut l'évaluer. Les résultats de cette évaluation sont indiqués ci-dessus. (V. la 4e formule.)

Dans un manège, la force n'est pas toujours proportionnelle au nombre de chevaux qu'on y emploie. Par exemple, qu'on mette un 7e cheval à un manège disposé pour 6 chevaux, on n'en augmentera pas la force d'un 6e de ce qu'elle était auparavant. Si on y met un 8e, un 9e, un 10e cheval, non seulement l'augmentation de force ira en décroissant, mais encore il arrivera un terme où elle sera moindre qu'avec 6 chevaux. En général, les manèges nombreux ne sont pas ceux dont on tire le meilleur parti. Il en est tout autrement des machines à vapeur dont on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut porter la force à l'équivalent de plusieurs centaines de chevaux.

D'après des renseignemens très-exacts communiqués au Professeur par M. Scipion Perrier sur le travail effectif de 250 chevaux employés aux mines d'Anzin, pour l'extraction du charbon de terre, on a reconnu que le travail d'un cheval, en un jour, équivalait à l'ascension d'un mètre cube d'eau à 800 mètres de hauteur, ce qui est la même chose que 800 mètres cubes à un mètre, par conséquent = 800 dynamies. Il est néanmoins des chevaux d'une force bien supérieure; tels sont ceux d'un des premiers brasseurs de Londres, M. Whitbread, qui ont servi de base à Watt lorsqu'il proposa à ce brasseur de remplacer son manège par une machine à vapeurs. Ce dernier y consentit, pourvu qu'un cheval de machine à vapeurs fît autant de travail que le plus fort des siens. Watt accepta le défi; et le cheval du brasseur ayant été mis à l'ouvrage, son travail pendant 8 heures fut reconnu être de 2120 dynamies ou 265 Dies par heure.

La force équivalente à un cheval

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les machines à vapeur est donc de 26$ dynamies par heure, comme celle du cheval de la brasserie Whilbread; cela fait en trois heures autant qu'un cheval vivant ordinaire dans toute sa journée. Ainsi, on en obtient presqu'autant qu'avec un manège de trois chevaux dans le même espace de temps; et comme les machines peuvent travailler continuellement, la force d'un de leurs chevaux équivaut à celle de huit chevaux vivans. Une machine à vapeur de dix chevaux peut donc faire l'ouvrage de 80 chevaux. Il y a des bateaux à vapeur dont les machines ont une force de 150 chevaux; c'est comme s'ils en avaient 1200 à leur disposition. Toutefois, il y a des causes qui s'opposent à l'emploi total de la force des machines à vapeur appliquées à la navigation comme on le dira ci-après. (V. la 17e. leçon.)

Mais une amélioration importante dans la navigation par la vapeur consisterait à produire de grands effets avec des machines de petites dimensions, car l'emplacement est une chose précieuse sur les navires. On a fait en Amérique quelques essais à cet égard qui n'ont pas été sans succès.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

16.e Leçon. 176 63.

On a lu dans les journaux, il y a quelque temps, un éloge pompeux d'un nouveau procédé de force motrice qui consistait à donner le mouvement aux roues des bateaux en faisant marcher des chevaux sur un plan incliné qui fléchissait sous leurs pas. Ce procédé, disait-on, devait remplacer avantageusement les machines à vapeur, et on présentait comme un de ses avantages l'économie de l'emplacement du charbon dont on n'aurait plus besoin; mais on avait oublié de dire où l'on mettrait le foin nécessaire pour la nourriture des chevaux. Au reste, ces éloges étaient, en tout point, d'une exagération ridicule; aussi le procédé tant vanté a-t-il été presqu'aussitôt abandonné que tenté. (d)

La dynamie anglaise dont on a aussi fait connaître la valeur dans la 4.e formule précitée, (V. cette fle et la note A) est beaucoup trop petite; cela oblige à employer des nombres très-élevés qui rendent les calculs plus compliqués.

Une des connaissances les plus importantes est celle du rapport de la consommation des charbons avec la production de puissance mécanique de la vapeur. On voit dans la 1.re formule ci-dessus,

(d) M. C.nt a sans doute voulu parler des bateaux nommés zoologiques qui ont fait quelques voyages de Paris à St. Cloud l'année dernière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les résultats théoriques de ce rapport; mais la Pe. fait voir aussi combien ils sont loin d'être réalisables en pratique. On en a dit les causes dans les leçons précédentes.

Avec la même quantité de charbon, les machines de Woolf produisent environ 2/3 de puissance mécanique de plus que celles de Watt; toutefois, ainsi qu'on l'a fait remarquer plus haut, cet avantage devient nul par une détérioration plus rapide des premières.

Le Professeur nous a montré le dessin d'une machine à vapeur dont l'invention est attribuée à Savery; c'est une des premières qui ont été connues. Le mécanisme en est très-compliqué; il y a deux cylindres, une roue hydraulique, un tuyau aspirateur qui porte l'eau dans une boîte, espèce de réservoir, d'où elle monte dans le cylindre où le vide a été formé par la condensation qui s'y est faite de la vapeur, au moyen d'une injection d'eau froide. Mais ces machines sont très-inférieures, pour la production de la puissance mécanique, à celles où la vapeur est condensée ailleurs que dans le cylindre; celles-ci donnent au moins dix fois plus de puissance. Cependant les autres pourraient devenir utiles dans le cas où l'on aurait besoin d'eau chaude, soit pour des bains, soit pour la teinture &c., parce que cette eau se trouve tout échauffée par la condensation de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la vapeur. Ce cas est le seul où l'on puisse employer avec avantage les machines de Savery. Il y a donc presque toujours certaines circonstances qui peuvent être favorables à une nouvelle machine ; il ne faut que savoir les apprécier pour en tirer le meilleur parti possible.

Les auteurs d'une nouvelle machine hydraulique qu'on a autrefois beaucoup prônée, ont publié, il y a quelques mois un prospectus dans lequel ils s'engageaient à faire monter un pouce d'eau à 20 mètres de hauteur, au moyen d'une consommation de charbon qui n'excéderait pas la valeur de 5 c. par heure ; mais il est aisé de voir, par les éléments d'évaluation qui ont été donnés, que ces effets ne correspondent qu'à une puissance mécanique de 16 dynamies, et par conséquent près de quatre fois moindre qu'avec les machines ordinaires. (e)

La vapeur d'eau est le meilleur moyen de production de la puissance mécanique. On a lu, dans les derniers bulletins de la société d'encouragement, la description d'une nouvelle machine à air dilaté qu'on a imaginée en Angleterre et dont on attend des merveilles ; mais on peut prédire que ses résultats seront fort inférieurs à ceux de la vapeur d'eau. La puissance mécanique de cette vapeur est bien supérieure à celle de tout autre agent naturel ;

(e) 16 Dynamies = 16 000.K x 1 mètre ou 800 K x 20 mètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle du vent est presque nulle pour l'industrie manufacturière, ou du moins elle est très-limitée; celle des chutes d'eau l'est également, à cause de l'imperfection des moyens de la réaliser. La seule qu'on puisse mettre en parallèle est celle de la poudre à canon; mais ses usages seraient bien moins nombreux et le moyen serait très-dispendieux.

M. Brunel, Ingénieur français domicilié à Londres, vient d'imaginer d'employer la puissance de l'acide carbonique liquéfié par une pression de 50 atmosphères, à la température de 12.° et qui acquiert une force équivalente à 150 atmosphères, en le portant seulement à la température de 100.° Il n'a encore été fait aucune application de cette découverte qui est toute récente et pour laquelle l'auteur a obtenu une patente. Si elle réussit, il en résultera un grand avantage à la substituer à la vapeur dans plusieurs cas, parce que l'appareil exigera beaucoup moins de place. Le piston pourra être cent fois plus petit que pour la vapeur produite à une atmosphère.

On a calculé ce que donneraient en puissance mécanique les vapeurs d'alcool et d'éther; voici leurs rapports à celle de l'eau, avec la même quantité de chaleur = 650 calories:

La vapeur	d'eau	=	17.Dyn 98.
	d'alcool	=	9. 93.
	d'éther	=	10. 10.

L'examen de cette matière intéressante devait être terminé aujourd'hui; mais c'est une mine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

16.e Leçon. 178 67.

si féconde qu'on ne saurait l'épuiser. Les développemens qu'elle nécessite encore seront donc l'objet de la prochaine séance.

(V. les 13.e, 23.e & 27.e leçons du cours de 1826.)

V. aussi la 18.e leçon du même cours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie
appliquée aux arts.

17.e Leçon.

Lundi 31 Janvier 1825.

Suite de la vapeur et de l'application de sa puissance mécanique à divers usages. — Du Canal de l'Ourcq.

Formules écrites sur la planche.

1.° Filature de Coton à Rouen.

Substitution d'une machine à vapeur de 6 chev.x à un manège de 6 chevaux attelés.

Compte du manège.

12 Chevaux et 3 palefreniers = 20,000.f

Produit: 550.K fil par semaine (du N.o 30 à 36) et 28600.K par an.

Machine à vapeur. (Woolf.) Mode de Hall.

Etablissement. 28000.f Intérêts à 10 p.% =		2,800.f
Charbon.	3600.	5,200.
Graisse et entretien	400.	
Chauffeur &.a	1200.	
Dépense totale		8,000.

Produit: 880.K fil par semaine = 44200.K par an.
Augmentation de 0.20.c par K.m pour mieux filé;
= 44000 X 0.20.c. = 8,800.

1.er bénéfice par la vapeur = 800.

44000.K par le manège auraient exigé une dépense de 20,000.
pour divers autres frais = 10,000.

Bénéfice total résultant de la vapeur 40,800.
Le Capital est remboursé en 8 mois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

17.e Leçon.

2.o Mouture du blé par la vapeur.

(V. aussi la 5.e formule de la 23.e leçon du Cours de 1826.)

Marseille.

Machine de 16 chevaux. Etablissement fr.s 150000.f

Dépense annuelle.

Charbon.	15000.f	39000.f
Main d'œuvre fr.s	6000.	
Sacs grain fr.s	3000.	
Entretien & réparations.	3000.	
Intérêts à 8 p.%	12000.	

Blé moulu = 134 hectolitres.

Bénéfice par jour = 600.f ; et par an de 300 jours = 180,000.f (a)

3.o Substitution des machines à vapeur à la dérivation de l'Ourcq.

1.er Service. Eau à distribuer dans Paris.

5000 pouces de fontainier = 5000 X 20 = 100000 mt. cb. par jour.

Hauteur de l'élévation = 15 mètres.

Puissance mécanique = 100000 X 15 = 1,500,000 dynamies.

$= \frac{1500000}{6360} = 236$ Chevaux de vapeur ; soit 300.

(a) Pour que le bénéfice journalier soit de 600.f il faut moudre 450 hectolitres = 300 setiers, car la mouture d'un setier de blé ne se paye que 2.f ; c'est du moins ce qui a été dit dans un des cours précédens. Il y a donc probablement une erreur dans la formule ci-dessus, ou bien la mouture coûte beaucoup plus cher à Marseille. Ce serait 4.f 48.c par hectolitre = $\frac{600.}{134}$.

Dans la 5.e formule de la 23.e leçon du Cours de 1826, présentant un semblable compte de mouture à Lyon, avec deux machines à vapeurs de 20 chevaux chacune, on n'évalue la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Capital.

Etablissement. { 200 chevaux de Watt à 1500 f = 450,000 f
4 bâtimens K.x à 100000 f = 400,000. } 1,000,000.
Accessoires. = 150,000.

Dépense annuelle.

Charbon à 100 dynamies par K.mm = 273,750. (b)
Entretien, ouvriers et direction. = 60,000
Intérêts de 600000 f à 10 pr % = 60,000.
" de 400000 6 pr % = 24,000.
Capital nécessaire à ce service = 8,355 000 f
} 417,750.

Revient des 500 chevaux par la dérivation.

5/9 de 30 millions = 16,660,000 f
Intérêts à 5 pr % = 833,000 f
Avantages de la vapeur, environ 50 pr %.

2e. Service. Du canal de la Seine à la Seine.
Economie = 43 pr %.

3e. Service. Celui des usines.
Economie, environ 50 pr %.

(V. la 2e. formule de la 25e. leçon du cours de 1826, page 190.)

---

quantité de blé moulu qu'à 260 hectolitres à raison de 1 f 50 c l'un et le produit total à 650 f par jour. Au prorata, le moulin à vapeur de Marseille, qui n'est que de 16 chevaux, ne devrait moudre que 104 hectolitres au lieu de 134, et son produit journalier ne s'éleverait qu'à 260 f en y comprenant la dîme du meunier comme à Lyon. (V. ladite formule)

40 : 16 :: 260 : 104. et 40 : 16 :: 650 : 260.

(b) Cela fait une consommation de 1500 K.mm de charbon par jour et de 547,500 K.x par an = 1500 × 365. C'est donc à raison de 5 f le quintal métrique = 273750 / 54750

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous devons être bien pénétrés maintenant de l'extrême importance de ce que nous avons appris, dans les leçons précédentes, sur la théorie de la puissance mécanique de la vapeur et sur les moyens d'en tirer parti.

Les résultats théoriques mis sous nos yeux ont fait connaître que dans une des circonstances de l'existence de la vapeur, par exemple, sous la pression de 5 atmosphères qu'il est très-facile d'obtenir, la puissance mécanique devrait être de 122.e dynamies avec un K.mo de charbon; tel est le maximum de puissance renfermé par la nature dans la combustion de cette petite quantité de charbon; cependant on ne peut réaliser que 7,3 dynamies avec les machines de Woolf, telles qu'on les exécute à Chaillot et à la Gare. (V. la 2.e formule, 16.e Leçon.) Ainsi, nous n'obtenons qu'environ 6 q.tés o/o de ce que la nature semblerait avoir mis à notre disposition; voilà les limites de notre habileté.

Les causes de cette dissipation de puissance si funeste à nos intérêts ne peuvent pourtant pas être entièrement attribuées à l'imperfection des machines; il faut en mettre au moins la moitié sur le compte de la perte

presqu'inévitable de la chaleur dégagée des combustibles, par son rayonnement et sa dispersion sur les corps environnans; mais il en reste toujours 0.44 provenant de la défectuosité des machines, parce que toute la vapeur qui se produit ne peut pas être employée avec fruit; on ne sait pas encore en restreindre l'usage aux seuls effets utiles. C'est donc sous ce rapport que les machines peuvent être perfectionnées; c'est vers ce but que les mécaniciens doivent diriger leurs efforts; ils ont encore 0.44 de puissance mécanique à gagner, et par conséquent y faire plus que celle qu'on utilise avec les machines actuelles. Déjà en Angleterre il en existe avec lesquelles on réalise 160 dynamies par K.^{ms} de charbon; elles sont à 5 atmosphères et à grandes dimensions. D'autres, plus petites, (de la force de 30 chevaux) donnent 100 dyn.^{s} C'est le maximum de ce qu'on obtient. Toutefois on a fait de très-grands progrès dans la réalisation de cette puissance mécanique, depuis les premières machines, celles de Savery, qui ne produisaient que 6 à 7 Dynamies. C'est principalement à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Watt que l'on doit ces progrès d'où sont résultés les prodigieux développemens de l'industrie Anglaise. (V. la 2e. formule, 16e. leçon du Cours de 1826.)

Au reste, une semblable perte de puissance mécanique est une chose malheureusement très-fréquente dans les arts avec toute espèce de machines. Il y a des roues hydrauliques qui n'en réalisent aussi que 6 ou 7 p%; mais il y en a d'autres, mieux exécutées, avec lesquelles on en obtient 60 & même 80 p%.

Il faut donc chercher les moyens de tirer le meilleur parti possible de cette puissance mécanique dont la nature a été si prodigue, puisqu'elle en a attaché à la chaleur que peut fournir un K.me de charbon, plus que ne peut en donner une journée et demie du travail d'un cheval vivant. (V. la 4e. f.le, 16e. Leçon.) Dans beaucoup de pays, la valeur d'un K.me de charbon n'excède pas un centime; ainsi, la dépense serait 600 fois moindre qu'avec un cheval dont l'entretien coûte 4 f. par jour. Sans doute il est impossible, on le répète, de la réaliser entièrement; mais en arrivant seulement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la moitié de ce résultat, les bénéfices seraient encore immenses.

Les formules tracées sur le tableau ont pour but de nous rendre plus sensibles les grands avantages que la Société peut trouver dans l'emploi de la puissance mécanique de la vapeur aux divers usages auxquels elle est applicable. C'est par des chiffres pris dans des résultats avérés, beaucoup mieux que par des raisonnemens, qu'on parvient à la conviction.

Le premier exemple à citer est celui d'une filature de coton à Rouen où l'on a substitué une machine à vapeur de la force de 6 chevaux à un manège d'un nombre égal de chevaux vivans. (V. la 1e formule.) C'est en 1821 que ce changement s'est effectué. Il a produit de très-grands bénéfices au fabricant, malgré le haut prix de la houille qui coûte plus cher à Rouen que dans aucune autre ville manufacturière de France, à cause des frais de transport; c'est à l'imperfection des moyens de navigation qu'il faut attribuer cette cherté;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cependant on construit des canaux partout; mais cela ne suffit pas; il faut encore améliorer les procédés de transport. Il est tel canal où ils coûtent deux fois plus que sur tel autre.

Avant cette époque, la manufacture ne donnait que 28 600 K.rs de fil par an, et la dépense était de 21 000 f.; car pour un manège de 6 chevaux, il en fallait au moins 13 et trois palefreniers. Avec la machine à vapeur dont la dépense ne s'est élevée qu'à 8 000 f., on a obtenu plus de 44 000 K.mes de fil d'une qualité supérieure à l'autre, et qu'on a vendu par conséquent 20.c de plus. Cet excédant du produit de la vente a donc procuré 800 f. au delà des dépenses; et si on y ajoute ce qu'aurait coûté la fabrication d'une semblable quantité de fil par le manège, on voit que le bénéfice qui résulte de l'emploi de la vapeur n'est pas de moins de 40 800 f. Un autre avantage consiste en ce que le mouvement des machines est bien plus uniforme que celui du manège dont il y a souvent quelques pièces de détraquées;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il n'en faut pas moins payer les ouvriers comme si le travail n'était pas été interrompu.

M. Leroy, autre filateur de coton à Rouen, faubourg St. Sévère, a imaginé d'avoir chez lui un atelier de vapeur dont il vend la puissance mécanique à ses voisins, pauvres ouvriers qui n'auraient pas les moyens de la produire, et qui s'en servent pour carder seulement, non pour filer ; ils y gagnent pourtant 50 p%, et le marchand de vapeur y fait un bénéfice de 23000f par an. Il a loué deux grands hangars pour lesquels sont placés les ouvriers auxquels il distribue la vapeur.

Cet exemple a été imité ~~par d'autres~~ ailleurs, et notamment à Elbeuf ; les avantages en sont palpables. Chacun des consommateurs de cette puissance mécanique louée eût-il les moyens de faire construire une machine à vapeur pour lui seul, il ne lui conviendrait pas encore d'en faire la dépense. Celle qu'il se procurerait ainsi lui coûterait plus cher que celle qu'on lui vend ; car, avec une grande machine, elle revient à un prix proportionnellement bien moindre qu'avec plusieurs petites machines qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en donneraient la même quantité.

Quelque considérable que paraisse une filature comme celle de la machine de 6 chevaux dont on vient de parler, elle est fort peu de chose, comparée à quelques-unes de celles de Manchester, où l'on voit des machines de 300 chevaux continuellement en activité, et qui entretiennent 160 000 broches. Celle est entre autres celle de MM. Philippe Leslie.

Au reste, s'il y a peu de manufactures en France qui jouissent de ces avantages, c'est le déplorable esprit de routine qui en est cause. M. Baker, excellent constructeur de machines à vapeur à Arras, a fait à cet égard les propositions les plus admissibles à un grand nombre de filateurs de Lille qui les ont constamment refusées. Il s'engageait à établir les machines à ses frais, et à leur en abandonner la propriété au bout de 6 ans, leur demandant pour toute indemnité, pendant ce laps de ~~temps~~ la somme que devait leur coûter, pendant ce laps de temps, les manèges qu'ils employaient.

L'emploi de la puissance mécanique de la vapeur est très-avantageux aussi dans la mouture du blé; mais on ne peut en apprécier parfaitement tous les résultats qu'en connaissant les localités. Par exemple, un spéculateur avait reconnu que ces avantages existaient à Lorient, et qu'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

machine à vapeur de 16 chevaux dont l'établissement aurait coûté 150000 f. serait payée en moins d'une année avec les produits de la mouture ; cependant il ne voulut pas la faire construire sans obtenir un encouragement de la part des autorités municipales. Les mêmes avantages se sont retrouvés à Marseille où on en a profité ; on y a donc construit un moulin à vapeur dont la dépense annuelle est de 30 000 f. & le produit de 180000 f. (V. la 2e formule et surtout la note a.)

Les deux villes dont il s'agit, Lorient & Marseille, sont dans des situations d'autant plus favorables pour ce sorte d'établissemens que, d'abord, elles manquent de chutes d'eau qu'on puisse appliquer à la mouture du blé, et qu'ensuite outre qu'elles ont à pourvoir à la consommation locale, elles sont encore dans le cas de faire des expéditions de farine par mer. (V. la 23e leçon du cours de 1826.) On y trouve à-propos, principale cause des grands succès en tout genre.

Il y a beaucoup de localités en France aussi favorablement situées ; même dans les villes où il y a des moulins à eau, ceux à vapeur leur seront souvent préférables, parce que les premiers peuvent se trouver dans l'inaction par diverses causes, telles que la baisse des eaux, leur changement de direction &c. ; c'est ce qui est arrivé, il n'y a pas longtemps, à Lyon où une vingtaine de moulins à eau ont dû être déplacés par suite du changement de lit du Rhône. Au reste, il y a un moulin à vapeur établi maintenant à Chalons sur Saône, et dont les produits sont facilement expédiés à Lyon par la Saône.

Toutefois, il ne faut pas croire qu'on parvienne sans obstacle à former ces établissemens. Ceux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui ont fait construire des moulins à vapeur à Marseille n'en ont obtenu l'autorisation qu'après plus de 18 mois de sollicitations, et après avoir éprouvé des difficultés de toute espèce, la plupart fondées sur les motifs les plus ridicules. Comme, aux termes des lois en vigueur, de commodo et incommodo, il doit être fait une enquête par l'administration sur le plus ou moins d'inconvénients qui peuvent résulter de la formation d'un établissement de ce genre, pour les personnes domiciliées dans le voisinage, une dame, qui demeurait pourtant à 500 toises de là, (1 kilomètre) s'y opposa sous prétexte que les émanations de la houille qu'on devait y brûler corrompraient l'air & que la santé de ses enfans en serait altérée. Cette dame avait du crédit et ses raisons furent accueillies. Un autre voisin s'y opposait aussi, parce qu'il craignait que les mêmes émanations ne donnassent à ses grains la maladie qu'on nomme le charbon. Enfin toutes les objections étaient à peu près aussi bien motivées; mais avec de la persévérance on a triomphé de tous les obstacles.

Un des emplois les plus utiles de la puissance mécanique de la vapeur est celui où on la fait servir à l'épuisement des eaux dans les mines. Il y en a en France où ce service se fait avec un manège dont la dépense annuelle est 16 fois plus grande que celle des machines à vapeur destinées au même objet dans les mines du pays de Galles & de Cornouailles. L'extraction du minéral par le même moyen présente aussi quelques avantages, moins toutefois que pour l'épuisement des eaux, parce qu'on peut les élever avec des pompes qui rendent plus facile l'action

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des machines à vapeur.

On avait disposé un manège propre à recevoir 24 chevaux en même temps pour le desséchement des nouvelles mines de sel gemme, à Vic; on les fit d'abord marcher au pas, puis au trot & enfin au galop. Le dernier mouvement produisit seul quelque chose, mais fort peu; l'eau dominait toujours. Cependant les chevaux étaient harrassés au bout d'une heure; et comme il ne faut pas d'interruption dans un travail de ce genre, il faudrait 24 relais ou 576 chevaux; (c) encore ne réussirait-on que très-imparfaitement. Avec une machine à vapeur de 20 chevaux, le succès serait complet. La dépense des chevaux monterait au moins à 1500 f. par jour, et celle de la vapeur à 75 f.

Un autre exemple fort curieux de la supériorité des machines à vapeur existe dans les résultats d'une expérience qui

(c) Les mêmes chevaux ne pourraient-ils pas reparaître après 4 ou 5 heures de repos? Dans ce cas, cinq relais suffiraient, et la dépense serait réduite à 300 f. environ.

N.a. En citant de nouveau cet essai, dans la séance du 9 janvier 1826, le professeur a dit positivement que les chevaux étaient externés pour tout le jour après une heure de travail. Il faut donc bien 24 relais qu'il faudrait.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fut faite concurremment, il y a deux ans, par deux bateaux dragueurs sur la Seine, à Rouen, l'un à manège, l'autre à vapeur. La dépense du premier était de 113.f par jour, et son produit de 89.f; il y avait donc une perte de 24.f Au contraire, l'excédant des produits du second sur la dépense était de 74.f, ce qui fait une différence de 98.f à l'avantage de la drague à vapeur. Ces résultats sont constatés par les procès-verbaux dressés à cet effet d'après les ordres de l'administration des Ponts & Chaussées.

Les plus grands avantages que produise la puissance mécanique de la vapeur ont lieu dans son application à l'élévation des eaux; on aurait donc pu la substituer avec beaucoup de succès à la dérivation des eaux du Canal de l'Ourcq; c'est ce qui est démontré par la 3.e formule ci-dessus.

Indépendamment de la navigation, la construction du Canal de l'Ourcq

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a eu trois autres buts; 1.° celui de la distribution de l'eau dans Paris; 2.° l'entretien de 22 usines; 3.° le besoin d'alimenter le canal de la Seine à la Seine, de Paris à S.t Denis.

Lorsque l'on commença à s'occuper de la construction du Canal de l'Ourcq, on connaissait peu les machines à vapeur de l'Angleterre; il n'y avait en France que celle de Chaillot et quelques autres, en très-petit nombre, employées dans des mines. Mais celle de Chaillot est bien inférieure en puissance à celles de mêmes dimensions des mines de Cornouailles; les plus médiocres de ces dernières donnent une puissance mécanique de 160 Dynamies avec un K.gr de charbon qui n'en produit que 20 par la machine de Chaillot, ainsi que cela est constaté par les états des observations de huit années.

Supposons que les machines à vapeur de grande dimension, à Paris, soient de 300 chevaux, au lieu de 236 qui suffiraient, à la rigueur, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

17e Leçon. 1861 81.

1861 bis 81

La Distribution des eaux dans Paris est de 1002 pouces dont :

1002 { 335 d'eau de la Seine
602 —— du Canal de l'Ourcq
65 —— d'Arcueil et des prés St. Gervais.

Le pouce = 20 mt cb. Donc 1002 = 20040 mt cb. ou 40 millions de litres.

A Londres, la distribution est de 7000 pouces = 140000 m. cb. = 280 millions de litres. (Globe 14 9bre 1831)

La quantité d'eau à distribuer à domicile dans Paris sera d'abord de 1000 pouces = 19 à 20 mille mètres cubes ; elle sera plus tard de 2000 pouces. (Cela fera environ 25 et 50 litres par tête.)

1000 pouces exigent 3 bassins ou réservoirs de 3 mètres de profondeur et 10000 m. de superficie ou un hectare chacun ; ensemble 3 hectares, et soit 3. 3/4 vu les accidens possibles. Pour 2000 pouces il faudrait 6 réservoirs ou 7. 1/2

L'eau devra être filtrée. On ne la prendra dans les réservoirs que jusqu'à la profondeur de deux mètres ; celle de la partie inférieure contenant les matières précipitées serait plus difficile à filtrer.

On estime à 2600 litres la quantité d'eau qui peut être filtrée par mètre quarré en 24 heures. (Mortagne 12 mai 1832.)

V. la 25e Leçon du 2e Cours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et qu'elles ne donnent que 100 dynamies par Kilog.e de charbon, au lieu de 160, il en résulterait encore une économie de 50 p.% (Voir la 3e. Lecon) la quantité d'eau qu'une semblable machine pourrait élever à une hauteur moyenne de 15 mètres, serait de 100 000 mètres cubes par jour, = 5000 pouces de fontainiers (d) dont chacun équivaut à 200 mètres cubes, on appelle ainsi un courant d'eau d'un pouce de diamètre, l'orifice étant circulaire et la charge d'une ligne et demie, pouvant donner 20 mètres cubes en 24 heures. Cette quantité est la terme moyen, l'unité ff. Or, en admettant que la distribution de l'eau entre pour les 5/9 dans les services que doit rendre le canal de l'Ourcq, son contingent est de 16,660,000f. dans les dépenses de construction de ce canal qui s'élèveront au moins à 30 millions.

D'ailleurs, il était inutile de faire monter à la Villette les eaux à répandre dans Paris, puisque la hauteur moyenne n'est que de 15 mètres; car le bassin de la Villette est au maximum de la hauteur; environ 25 mètres. Le

admise; cependant on conçoit que pour la déterminer rigoureusement, il ne suffit pas de connaître le diamètre du courant, il faut encore en connaître la vitesse qui dépend non-seulement de la charge, mais encore du plus ou moins d'inclinaison.

(d) On entend par la charge d'un courant d'eau, la quantité dont la surface de l'eau est au dessus du sommet de l'orifice. Ainsi AB serait la charge du courant qui passerait par l'orifice CD. fig. la fig. N.o 13.

Mariotte remarque qu'il est plus exact de mesurer la charge à compter du bas de la courbure que l'eau prend en vertu de son action capillaire contre la paroi d'amont du barrage.

Les fontainiers estiment qu'avec une charge d'une ligne, il s'écoule un pied cube de 70 ℔ en deux minutes 1/2 de demie, (14 pintes de 18 pouces) 1680 ℔ par heure = 40 320, en 24 heures, à peu près comme ci-dessus. Dubuat, dans des expériences faites avec beaucoup de soin, n'a obtenu avec cette charge que 6 28 pouces ou 13 pte. 1/2, au lieu de 14 = 6 3/2 pouces cubes.

Mais Mariotte, par sa remarque sur l'action capillaire qui courbe la surface de l'eau, et en en tenant compte, trouve que la charge constante de deux lignes donne les 14 pintes, en comptant ces deux lignes à partir de la surface plane de l'eau.

Au reste, cette méthode ne saurait être rigoureuse; mais elle peut néanmoins suffire souvent en pratique.

fig. N.o 13.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

service de distribution de l'eau à Londres est mieux entendu ; on ne fait monter l'eau qu'aux diverses hauteurs où elle est nécessaire ; les machines sont construites de manière que les tuyaux de distribution pour chacune de ces hauteurs aboutissent à des hauteurs correspondantes dans les principaux corps de pompe ; on ne brûle donc pas de charbon pour élever de l'eau au delà des lieux auxquels elle est destinée.

L'établissement d'une machine à vapeur de 300 chevaux est porté ici au maximum, car dans les machines à grande dimension, cela ne revient ordinairement qu'à 1000 f. par cheval, et jamais à plus de 1500 f. Les autres dépenses ont été calculées de même & d'après des notes sur celles des machines de Londres. On a aussi évalué à 10 gr o/o les intérêts de la portion du capital spécialement affectée au mécanisme de la machine parce qu'ainsi qu'on l'a expliqué

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans une des premières leçons, les capitaux employés à ces sortes de spéculations doivent être considérés comme placés en viager, vu la détérioration rapide des machines.

~~(V. f. 70.)~~

Le service du Canal de la Seine à la Seine aurait pu également se faire au moyen de la vapeur, quoiqu'il faille en élever l'eau à 28 mètres; mais l'économie eût été un peu moindre que dans celui de la distribution des eaux; elle serait cependant encore de 43 p%. Ce moyen pourrait aussi être employé pour alimenter le canal de St. Quentin; une machine de 12 chevaux placée au pied de l'Escaut suffirait pour fournir toute l'eau dont ce canal aurait besoin.

Le service des usines fait aussi par les machines à vapeur substituées aux eaux du Canal de l'Ourcq, aurait, comme dans le 1er cas, procuré une économie de 50 p%. Leur établissement eût été très-facile; mais il aurait fallu

connaître les perfectionnemens apportés à ces machines en Angleterre depuis 15 à 20 ans. Ces machines sont en nom

L'emploi le plus remarquable de la puissance mécanique de la vapeur est celui qui s'applique à la navigation. Il doit en résulter un jour une révolution étonnante dans le commerce maritime et même dans la marine militaire surtout lorsqu'on aura fait les progrès qui restent encore à faire dans la réalisation de cette puissance, progrès immenses, puisqu'on n'a pu jusqu'à présent en utiliser que 6 ou 7 % (V. le 2e alinéa de la présente leçon). Mais on n'employe, pour la navigation que des machines à basse pression dont le maximum de puissance ne serait que d'environ 800 dynamies par K. de charbon au lieu de 1227. Toutefois les perfectionnemens ne se borneraient pas ici à réaliser une plus grande quantité de puissance de la vapeur, il y en a d'autres à faire dans les diverses parties des bâtimens, telles que les roues servant de rames &c.

De 22 pour moulins, scieries &c. L'eau qui leur est fournie par le Canal coûte 35000. à l'adm.on, & le revenu qu'on en attend ne s'élevera pas à plus de 84000f. Leur puissance mécanique coûte 20 fois plus que celle qu'on aurait obtenue avec des machines à vapeur. Ainsi, toute création de chutes d'eau peut être regardée comme une entreprise très-désavantageuse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans leur état actuel, il y a une dissipation énorme de puissance mécanique; mais les perfectionnements dont elles sont susceptibles produiront des résultats admirables qu'on en attend, et rendront la navigation possible là où elle ne l'est pas encore.

C'est principalement en Angleterre et aux Etats-Unis d'Amérique qu'on a su tirer le meilleur parti de la navigation par la vapeur.

Il existe pour la traversée de Liverpool à Dublin, qui est de 50 lieues un bâtiment de 380 tonneaux avec une machine de ~~120~~ 120 chevaux. En quelque temps que ce soit, et quoique la mer y soit presque toujours mauvaise ce bâtiment fait la traversée en 12 heures; il a rarement moins de 100 passagers, souvent beaucoup plus, à 25 f. chaque, et il dépense q.e 100 f. de combustible, = 10 tonneaux de charbon.

Un semblable bâtiment fait le passage de Douvres à Calais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en 3 heures, en consommant pour 30 f. de charbon qui, à la vérité, est un peu plus cher qu'à Liverpool le prix du passage est de 20 f. par personne.

Un autre bâtiment du même genre fait en 55 heures le voyage de Londres à Bimbourg qui est de 200 lieues, & avec des résultats analogues.

Enfin il y en a un grand nombre d'autres sur toute l'étendue des côtes & sur les fleuves; car la navigation maritime & intérieure est très-perfectionnée en Angleterre.

Ce mode de navigation est peut-être plus avantageux encore en Amérique, tant sur les côtes de l'océan que sur les grands fleuves de cette contrée, où le halage est impossible, à cause de leur largeur ou parce que leurs rives sont couvertes de forêts impénétrables.

Mais en Europe où les fleuves & rivières ne présentent guère de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

semblables difficultés, la navigation par les bateaux à vapeur paraît plus onéreuse que profitable à ceux qui l'ont entreprise jusqu'à présent. Ce n'est pas comme sur terre où la force d'un cheval de machine à vapeur équivaut à celle de 9 chevaux vivans. (~~4 ½ 16e Leçon~~) Dans les bateaux au contraire, elle ne fait guères que les 5/6 du travail d'un cheval vivant employé au halage, parce que celui-ci a le pied solide & utilise toute sa force, tandis que l'autre ne fait que l'office de rameur.# Cette entreprise est donc du nombre de celles dont on a dit qu'il fallait faire le compte de revient & consulter les localités avant de s'y livrer. A Paris, le transport par les bateaux à vapeur est# la rapidité des eaux rend aussi la navigation plus difficile & exige quelquefois un grand accroissement de force qu'on ne peut pas toujours obtenir avec les machines à vapeur

On peut comparer ces deux moyens à un batelier se servant de la pique, au lieu de la rame, quand il peut toucher le fond de la rivière. Il va bien plus vite dans ce dernier cas ayant un point d'appui solide.

trop peu payé pour que ceux qui exploitent ce genre de navigation y trouvent des bénéfices proportionnés à leurs dépenses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

construites pour produire un effet déterminé ; car cet accroissement doit être en raison du cube de la vîtesse de l'eau. Ainsi, quand la vîtesse est double, il faut 8 fois plus de puissance mécanique.

projet de hâlage par des machines à vapeurs à point fixe qui agiraient à la manière des treuils. (a)

Il est question en ce moment d'une navigation par les bateaux à vapeurs ne peut guères avoir lieu non plus sur les canaux étroits et peu profonds, parce que l'agitation de l'eau produite par le mouvement des roues nuirait à la conservation des berges & du lit des canaux. Il est donc probable que le gouvernement ne la permettrait pas.

On a proposé d'employer des bâtimens à vapeurs pour les voyages maritimes de long cours ; mais les navires ne pourraient alors se charger que du charbon nécessaire à l'entretien de la machine, car la traversée la plus étroite de l'atlantique étant d'environ 1800 lieues, il faudrait 200 tonneaux

(a) Mais l'action d'une machine à vapeurs à point fixe ne pourra, ce me semble, s'exercer que dans un espace très-limité ; il en faudrait donc un grand nombre, qui nécessiteraient souvent des divisions. Ne pourrait-on pas y substituer des chaudières à vapeurs semblables à celles dont il a été parlé dans la leçon du 6 avril 1828 ?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De charbon pour un bâtiment comme celui qui fait le service de Liverpool à Dublin, dont on a parlé plus haut. Il le serait bien plus encore pour les voyages dans l'Inde, à moins qu'il n'y eût plusieurs lieux de relâche où les navires renouvelleraient leur provision de charbon. Cependant on a lancé dans la Tamise, il y a quelque temps, un bâtiment à vapeur de 500 tonneaux destiné à faire le voyage de Calcutta.

Une autre difficulté très-grande consiste dans la presque impossibilité de se servir de la machine à vapeur sous la ligne, vu la haute température qu'elle produit dans le bâtiment. M. Fresgnet l'a éprouvé, lors de son dernier voyage; il avait un appareil à distiller l'eau de mer; mais il fallait cesser la distillation dans les régions équatoriales. Les

bâtimens à vapeur qui entreprendraient ce voyage devraient donc nécessairement se servir quelquefois du vent, au moins entre les tropiques.

L'Angleterre est le pays où l'on emploie le plus de machines à vapeur de tout genre ; il y en a au moins 20000 à 10 chevaux l'une dans l'autre, ce qui fait 200 000 Chevaux ; mais elles font l'ouvrage de plus d'un million de chevaux vivans qui, à 4 f. l'un par jour occasionneraient une dépense annuelle d'environ un milliard & demi de francs. A Londres seulement, il y en a plus de 4000.

Dans la proposition qui a été faite d'ériger à Westminster un monument en l'honneur de Watt, principal inventeur de ces machines, ou devrait le généraliser à perfectionnées assez pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les mettre à même de rendre les services immenses qu'on en retire, les ministres ont convenu qu'elles avaient créé une source de richesses suffisantes pour payer l'énorme dette de l'Angleterre. Il en résulte un autre avantage, c'est que maintenant la population Anglaise n'est plus réduite à faire le travail des bêtes de somme, comme cela se voit encore dans plusieurs autres contrées de l'Europe; les idées des habitans de la grande Bretagne sont donc dirigées plus spécialement vers les travaux intellectuels. Nous avons encore beaucoup à faire pour marcher de front avec eux sous ce rapport. Il y a trop de résistance parmi nous à l'emploi bien entendu des machines; cependant lorsque le Gouvernement Anglais en défendait l'exportation, tout le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

monde en voulait; à présent que l'exportation en est permise il n'y a plus d'acquéreurs. Il est vrai qu'elles sont grevées d'un droit d'entrée si considérable que cela équivaut à une prohibition d'importation. Il en sera probablement de même pour les autres machines qui ont aussi été inventées depuis peu en Angleterre & dont l'exportation doit être bientôt permise.

Dans la leçon prochaine on traitera de la distillation.

(V. la 21.e et la 22.e Leçons du Cours de 1826.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

192 93.

Chimie appliquée aux arts.

18e Leçon.

Jeudi 2 février 1826.

Suite de la vapeur & des usages de la puissance mécanique. — Des Roubler machines. — De l'application de cette puissance à l'artillerie. — De la Distillation.

Formules écrites sur la planche.

1.° Puissance mécanique d'un boulet de 24.

Hauteur génératrice = 13021 mètres.

Puissance mécanique = $\overset{\text{mèt. cb.}}{0}\ 012 \times 13021 =$ 156 Dynamies.

Combustible. Charbon = 0.K500. } 0.K750. charbon.
Soufre 0.K500 = 0.250. }

1 Kce 16.ques d'un K.me de charbon { dans la poudre = 208 Kgm. / par la vapeur. Watt = 53.

Prix d'un K.me cb. ou { pour la vapeur = 0.05 / dans la poudre 8.00 } rapport :: 1 : 160.

2.° Pression éprouvée par le boulet.

Vitesse = 500 mèt. { Espace parcouru = 1.30 mèt.

Hauteur génératrice = $\frac{500^2}{19.62}$ = 13021 mèt. (a)

Rapport de la gravité à la pression = $\frac{1.30}{13021} = \frac{1}{100.}$ (6)

Diamètre = 1.P 35. Surface = 1.72. Circonf.ce = 1. 34.

Pression d'une atmosphère = 104 × 1.34 = 139.K 36.

Rapport du poids du boulet à cette pression = $\frac{12}{139.36} = \frac{1}{11.60}$

Nombre d'atmosphères équivalant à $\frac{10000}{11.60}$ = 862.

On suppose 1000 atmosphères.

(a) ~~Il me faut que 12742 mètres = 250000~~ $\frac{500^2}{19.62} = \frac{250000}{19.62} = 12742$. mèt. ~~19.62.~~

(6) $\frac{1.30}{13021} = 0.0001.$ ~~(voir le mètre f. 111.)~~

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

94.

18e Leçon.

2.° Vapeur nécessaire pour un boulet = 17.lit 40. X 0.k 282 = 4.9
Température de la vapeur, supposée = 500.°
pour 30 boulets = 30 X 4.91 = 147.30 à 1 par heure
= 60 X 147.3. = 8838.k de vapeur.
Surface nécessaire pour la production = 8838 = 176.mèt
Longueur en tuyaux de 2 décimètres de diamètre
= 176 / 0.628 = 280 mètres. (Inexécutable)

4.° Distillation de l'eau de mer.

Établissement d'un alambic pour 1000 litres d'eau par jour.
Capital, = 2000.f à 12 g.% = 240 par an.

Intérêts par jour. . . .	= 0.66	10.66.
Charbon brûlé 150.k à 5.f	= 7. 50.	
main d'œuvre. . . .	= 2. 50.	

Environ 0.01.c par litre; le même prix que l'eau embarquée.
1.er avantage = 5/6 de l'espace réservé à l'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

18e Leçon. 193 95.

On avait écrit au Professeur pour lui demander si les causes de destruction inhérentes aux machines à vapeur ne mettent pas dans la nécessité d'avoir deux ~~de ces machines à vapeur~~ pour le même service, afin que l'une puisse remplacer l'autre sur le champ & qu'il n'y ait pas de chomage; c'est ce qu'on a fait, par exemple, à la pompe à feu de Chaillot.

Il a répondu qu'à la vérité quelques ateliers ont deux machines pour un seul service, mais que c'est assez rare & d'ailleurs inutile; il y en a tout au plus un sur cent. Toutefois, il convient d'avoir deux chaudières, surtout pour les machines à haute pression et à condensation du système de Wolff, vu les accidens fréquens qui résultent de l'ardeur du feu auquel elles sont exposées; la chaleur dilatant la fonte à l'extérieur de la chaudière plus qu'à l'intérieur, il s'y fait des gerçures & l'eau s'infiltre; c'est à quoi se bornent les accidens de ce genre; car il n'y a pas d'exemple qu'ils aient jamais causé d'explosion.

Cette deuxième chaudière, dont la dépense au reste, n'est pas considérable peut encore être utilisée à former de la vapeur destinée au chauffage des appartemens; il n'y a aucun inconvénient dans ce service accessoire parce qu'il ne faut qu'un feu modéré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

18e Leçon.

Une cause plus réelle de la prompte détérioration des machines est dans l'usage forcé qu'on en fait quelquefois, en voulant leur faire produire une plus grande quantité de vapeur & en les soumettant à une pression plus haute que ne le comportent leurs dimensions. Un manufacturier, par exemple, voulut tirer d'une machine de 14 chevaux le même parti que d'une machine de 24; il fallait donc y faire un très-grand feu qui mit bientôt les chaudières hors de service. Il en est des moteurs aveugles comme des moteurs animés; il ne faut pas en exiger un travail au delà de leurs forces. Sous ce rapport, une machine à vapeur peut être comparée à un cheval vivant qu'on épuiserait en peu de temps en le faisant travailler outre mesure. Lorsqu'on ne veut pas forcer les effets des machines, il n'est pas même nécessaire d'avoir deux chaudières.

Il y a des ateliers où l'on se sert de chaudières en cuivre & d'autres où elles sont en tôle; les premières coûtent le double; mais elles durent bien davantage.

L'interruption du travail est une des choses qu'il faut le plus éviter dans l'emploi des machines; elle augmente de beaucoup les dépenses, parce qu'il faut payer les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouvriers comme s'ils étaient occupés, outre que les capitaux des machines sont improductifs pendant cette interruption. Il importe donc d'avoir des machines bien construites; on ne regarde comme telles que celles qui peuvent travailler 23 et 24 heures sans chômer un seul jour; si elles ont besoin de quelques réparations accidentelles, une demi-journée suffit pour les remettre en état; encore s'en occupe-t-on la nuit ou le dimanche. On n'appelle pas bonne machine celle dont les avantages se bornent à économiser du charbon; il faut encore que son mécanisme ne soit pas facile à se détraquer; si elle est mauvaise, il faut la détruire & la remplacer de suite, sans s'amuser à vouloir la restaurer. Quelque bonnes qu'elles soient, on ne doit pas moins les visiter souvent, pour s'assurer si elles sont toujours en état, et dans le cas où l'on s'apperçoit que quelque chose se dérange, y faire une légère réparation qui ~~empêche~~ les préserve d'une ~~plus grande~~ détérioration plus grande.

En Angleterre, on s'abonne avec les Ingénieurs à cet effet; ils viennent examiner les machines deux fois par semaine. C'est une précaution indispensable.

Pour les divers services auxquels on a fait connaître, dans les leçons précédentes, qu'on pourrait appliquer avec succès la puissance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mécanique de la vapeur, il serait tout-à-fait superflu d'avoir une double machine; mais dans la substitution de ce procédé à la dérivation de l'ouvrage dont il a été question lundi dernier, il vaudrait mieux avoir quatre machines de 75 chevaux qu'une seule de 300; il faudrait alors moins de tuyaux pour la distribution des eaux, parce qu'on pourrait placer ces machines sur divers points.

Après ces explications en réponse à la lettre qu'il avait reçue, M. Clément a dit qu'il avait encore à nous entretenir de l'application qu'on prétendait faire de la puissance mécanique de la vapeur à l'artillerie, et qu'il espérait nous démontrer que ce projet était entièrement illusoire. Les résultats de cette démonstration sont énoncés dans les trois premières formules ci-dessus.

Cette idée, dont quelques journaux ont beaucoup parlé depuis peu & qu'on attribue à M. Perkins, célèbre Ingénieur Anglais, n'est pourtant pas nouvelle. Il a été fait plusieurs expériences de ce genre sur le boulevard du Temple à Paris, au commencement de 1814, par M. Philippe Gérard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Son appareil était assez compliqué. Il se servait de ballen de fonte placées dans une trémie d'où qui s'introduisaient une à une dans un cylindre, au moyen d'un robinet qui donnait en même temps passage à la vapeur, et elles étaient lancées avec beaucoup de force à une distance d'une vingtaine de mètres.

L'appareil de M. Parkins est un canon horizontal, mobile et décrivant un arc de cercle, d'abord de droite à gauche, puis de gauche à droite, en lançant un grand nombre de ballen de plomb avec une telle vélocité que le bruit ressemble à un roulement de tambour; ces ballen s'applatissent complétement contre une plaque de fonte à plus de 20 mètres de distance.

Le procédé serait de la plus grande importance s'il était exécutable; mais les calculs prouvent qu'il ne l'est pas.

La vitesse d'un boulet de canon est de 500 mètres par seconde à sa sortie du canon; cette vitesse est sensiblement la même que celle qu'il aurait acquise s'il était tombé d'une hauteur de 13021 mètres qu'on appelle ici hauteur génératrice; cependant il n'a parcouru qu'un espace de 1m.30. qui est la longueur du canon, de la culasse à son embouchure; c'est là seulement qu'il a acquis la force qui lui a donné la vitesse de 500 mètres. (~~V. la 2e fle~~ V. la 2e fle)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet espace représente donc la gravité du boulet. Au reste, tous ces calculs de la 2e. formule ci-dessus seraient trop longs à expliquer ici; qu'il suffise de dire qu'ils sont basés sur ceux qu'on trouve dans les traités spéciaux sur la matière.

La charge de poudre d'un canon est le tiers du poids du boulet; ainsi pour un boulet de 12 K.mes, il en faudra 4 de poudre. Le charbon & le soufre entrent chacun pour 1/8 dans la composition de la poudre; mais la valeur calorifique du soufre n'étant que la moitié de celle du charbon, on considère les 4 K. de poudre comme ne renfermant que 0K.750. de charbon. C'est à cette quantité de charbon qu'on attribue les 196 dynamies que donne la puissance mécanique de la poudre qui a chassé le boulet, produit de son poids par la hauteur supposée. Or, 0.750 : 196 :: 1K. : 208. Par conséquent, la puissance mécanique à laquelle donne lieu un K.me de charbon dans la poudre est quadruple de celle qu'il fournit dans la production de la vapeur; mais cette puissance virtuelle de la poudre n'est pas due uniquement au charbon & au soufre, il faut encore que ces deux substances

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soient combinées avec le salpêtre qui forme les 2/4 de la poudre, d'où il résulte que le prix de celle que représente un K.me de charbon est 160 fois celui de la même quantité de ce combustible employé à la formation de la vapeur. (V. 1e formule, ~~page 96~~)

Cet appercu, pour le dire en passant, suffit pour prouver qu'il ne serait rien moins qu'avantageux d'employer la poudre à canon comme force motrice; cela coûterait beaucoup trop cher. Cependant quelques Ingénieurs ont cru pouvoir la substituer à la vapeur, au moyen de nouveaux engrenages, de leviers, d'engins &.a; mais souvent ces moyens diminuent la puissance mécanique, loin de l'augmenter. Celle de la vapeur d'eau est, dans cette circonstance, supérieure à tout autre agent ou fluide élastique, même à l'hydrogène-carboné qu'on a aussi prétendu lui substituer. C'est dans l'artillerie seulement que la puissance # de l'emploi de cette vapeur comme force motrice du boulet, nous voyons qu'il faudrait lui donner une pression de 1000 atmosphères, sur le boulet; qui est à peu près celle de la poudre, car quoique elle paraisse, d'après les calculs, n'être que de 862 atmosphères, on peut la supposer de 1000, parce que la pression,

mécanique de la poudre est préférable à celle de la vapeur d'eau. On a cru que la poudre pourrait la remplacer dans la navigation, parce qu'elle occuperait, disait-on, moins de place que le charbon; mais c'était encore une erreur. Un K.me de poudre ne donne pas par son inflammation que 8000 litres de gaz, et un K.me de charbon pourrait produire 10 K.mes de vapeur qui auraient un volume de plus de 16000 litres. Le charbon l'emporte donc encore sur la poudre, même sous le rapport du poids.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loin d'être décroissante comme le croyaient quelques Géomètres, est croissante dans le canon, attendu que la poudre ne s'enflamme que successivement & non instantanément. Si la comparaison de l'effet de la poudre, dans la vapeur produite sous la pression de 1000 atmosphères, aura une température de 500°.; il en faudra 17.lit 40. pour remplir chaque fois la capacité intérieure du canon; son poids, à cette température étant de 0.k 282. par litre, il ne faudra pas moins de 8838.k de vapeur par heure pour 1800 coups à 30 par minute. Cette quantité de vapeur exigera plus de 1500 Kilogr.s de charbon. Ce n'est pas le tout; la chaudière devra avoir un petit diamètre & beaucoup d'épaisseur pour pouvoir résister à une pression aussi forte, d'autant plus que la haute température à laquelle elle sera exposée en diminuera la ténacité, (surtout s'il est en cuivre). En supposant donc que son diamètre soit de 2 décimètres sa longueur devra être de 280 mètres. Quel énorme foyer il faudrait pour chauffer une telle surface, et quelle immense quantité de matière à employer! Ajoutons que cette chaudière de 280 mètres de longueur devrait être chauffée dans toute sa circonférence. La chose est donc tout-à-fait impraticable. (V. la 3e. Journal) V. aussi la leçon suivante, 2e. alinéa.

* Son inflammation, à une pression qui se détend; mais c'était une erreur. D'ailleurs, il faut encore augmenter le nombre d'atmosphères donné par la Théorie, parce que le boulet ne remplissant pas exactement la capacité du canon, une partie de la vapeur se dégage sans utilité. On suppose une pression constante qui n'existe pas réellement, ni avec la vapeur, ni avec la poudre; mais la loi qu'elle suit est impossible à déterminer.

Les calculs sur la densité & la température de la vapeur à employer sont fondés sur des hypothèses; car à une aussi haute pression, l'expérience n'a pas encore pu les constater. —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

18e Leçon. 197 103.

De la distillation.

Nous ne pourrons aujourd'hui nous occuper que des principes generaux de la distillation; les détails de la construction des alambics seront l'objet de la leçon prochaine.

Cette opération est assez importante, moins toutefois qu'on ne le croit communément. On ne distille annuellement en France que 6 à 6 millions d'hectolitres de vin qui produisent environ 1200 mille hectolitres d'eau de vie, dont les frais de distillation s'élevent à 6 ou 7 millions de francs, par les procédés ordinaires. L'importance de cette branche d'industrie est donc très-bornée.

La distillation n'est autre chose que l'épuration des substances volatiles par la vaporisation. Ces substances se trouvant mêlées souvent à d'autres plus fixes, dès qu'on expose le mélange à l'action d'une chaleur suffisante, elles passent à l'état de fluide élastique et vont se condenser dans un récipient; telle est l'eau salée et l'eau de mer. Celle qui résulte de leur distillation n'est cependant pas parfaitement pure; mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle l'est assez pour tous les usages domestiques auxquels on l'emploie. Elle ne peut pas être entièrement dépouillée de substances hétérogènes, parce que quelque fixes que soient celles avec lesquelles elle est mêlée, il s'en volatilise toujours plus ou moins. Aussi a-t-on trouvé quelquefois de l'acide muriatique dans l'eau de pluie; la vapeur d'eau qui a fourni cette pluie était donc imprégnée de sel marin. Mais il est des matières plus fixes encore qui se volatilisent en même temps que le liquide tel est le cuivre emporté par la vapeur d'alcool dont on a parlé dans une des leçons précédentes. (Le 13e) ~~de cette~~

Il y a deux sortes de distillation, l'une simple, l'autre complexe. La première est celle où il ne s'élève que la vapeur d'un seul liquide; ~~[illegible]~~ telle est celle de l'eau de mer. Dans la seconde, le produit est mêlé de deux vapeurs, comme dans la distillation du vin qui fournit de l'alcool & de l'eau.

La théorie des vapeurs a fait suffisamment connaître la distillation simple qui n'est autre chose que la vaporisation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'eau. Il s'agit principalement de savoir quelle est la capacité du liquide pour le calorique, afin de pouvoir évaluer la quantité de chaleur nécessaire pour le vaporiser. Il est bon de connaître aussi la température de son ébullition, la force expansive de sa vapeur, la surface que doit avoir la chaudière, et la durée de l'opération.

La distillation de l'eau de mer pour la rendre potable a excité bien gratuitement notre admiration lorsqu'on en a fait la découverte, car c'est une opération des plus simples et des plus faciles; mais ses résultats n'en sont pas moins importans. On voit par ceux indiqués ci-dessus, que l'eau revient au même prix que celle qu'on embarque, c. à-d. à 0. 01c. le litre. (V. la 4e) Mais comme on peut distiller 6 K.rs d'eau avec 1. K de charbon, on peut économiser les 5/6 de l'emplacement de l'eau embarquée, outre l'avantage de ne plus jamais courir le risque de manquer d'eau potable en mer, pourvu qu'il y ait un alambic sur le navire.

Plusieurs expériences de ce genre ont été faites à Paris et dans divers ports; l'eau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on en a retiré a toujours été d'excellente qualité ; un grand nombre de personnes en ont fait usage pendant longtemps, sans en éprouver le plus léger inconvénient.

Mais comme il est presque impossible de s'occuper de la distillation sous la zone torride, il est bon d'avoir à bord une provision d'eau douce, outre l'alambic. On emploie maintenant des caisses quarrées en tole, au lieu de tonneaux, pour renfermer l'eau ; elles tiennent moins de place et l'eau s'y conserve mieux.

La distillation dans le vide est une question à laquelle des Physiciens très-distingués, entre autres Saussure et l'abbé Rochon, ont attaché beaucoup d'intérêt, mais ils étaient dans l'erreur, car elle exige autant de combustible que sous une pression quelconque, malgré l'abaissement de température. On en a déjà dit quelque chose dans une des précédentes leçons. (Le 10e.) ~~Le 30 du 1er.~~ La température n'est que la mesure de la force élastique de la vapeur ; or, en distillant dans le vide, la vapeur qui se rendrait dans le serpentin y aurait une tension égale à celle de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la vapeur formée dans la chaudière, et par conséquent, il n'y aurait pas d'écoulement. Il faudrait donc recourir à l'action du feu pour augmenter celle de la chaudière. Le seul avantage qui paraîtrait devoir résulter serait une transmission plus facile de la chaleur ; encore cet avantage est-il très-faible & même illusoire sous un rapport. En effet, supposons que l'ébullition s'opère à 90°. au lieu de 100, la température du foyer étant ordinairement de 1000°., la différence de l'extérieur à l'intérieur sera de 910°. au lieu de 900. Mais quelle différence il y aura aussi dans la construction des appareils ! Les serpentins & la chaudière même devront avoir plus d'épaisseur ; alors la chaleur s'y transmettra plus difficilement. Si la vérité, l'eau de vie en serait de meilleure qualité ; mais le commerce ne payerait pas cette supériorité, parce que le commun des consommateurs ne saurait pas l'apprécier. Ainsi, il y aurait un grand excédant de dépense presqu'entièrement en pure perte. Ce n'est pas ici comme dans les appareils Dorvard dont il a été parlé précédemment, où le procédé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

18e Leçon.

De la cuite du sucre dans le vide procure un bénéfice de 7 à 8 gr %.
(V. ~~la 12e leçon.~~ ~~1169 et suiv. du 1er vol.~~) Un semblable bénéfice paye amplement toutes les dépenses des appareils. Celui qu'on retirerait de la supériorité de qualité des eaux de vie, même en supposant qu'on la payât, serait loin d'aller jusques-là.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie
Appliquée aux arts.

19.e Leçon.

200 100.

Lundi 4 février 1828.

Suite de la distillation. — Notions sur la distillation complexe. — De celle dite à simple effet.

Formules écrites sur le Tableau.

1.° Distillation à simple effet.

Vaporiser 1.K d'alcool = 250.
id 1 d'eau = 650.
Echauffer la vinasse, 1.K x 100.° = 100.

Vapeur d'eau de vie. Densité moyenne du liquide = 967.

Alcool = 100.K Chaleur = 100 x 250 = 25000 Calories
Eau = 300. id = 300 x 650 = 195000.
Chaleur totale 220000.

Eau de vie à 914 = 200.K
Dépense pr. 600.K Eau de vie à 914 = 220000 x 3 = 660000.
Vinasse 4800.K à 100.° = ... 480000.
1140000.

Charbon équivalent = 1140000/7050 = 162.K et réel = 324.K Valeur f. 16.20 c

2.° Alambic à simple effet.

Alcool demandé par jour = 1000.lit à 914 à f. 0.60 c
En 20 h.rs net. = 50 litres par heure. = 600.f
Vin à 1/10 de cet alcool = 500 lit. par heure.
Densité moyenne du 1.er produit = 967 à 970.

Comp.re

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

19.e Leçon.

Composition. Alcool. 23 } 50 Eaudevie à 914.
Eau. 27 }
Eau. 50. 50
100.

Chaleur. 1.mo Vapeur d'eau = 77 × 650. = 50050. Calories
vg d'alcool = 23 × 250. = 5750.
2.e Vinasse = 400 × 100 = 40000.
95800.

Vapeur d'eau équivalente = 147.K = 95800/650

Charbon à brûler = 24.K 50 = 147/6 & pr. 20 h.m = 9 q.x = 25 k.
mt.q. mt.q.
Surface à chauffer = 5.88 = 147/25 ou bien = 2.94 = 147/50
(chaudière)

2.e

Condensation.

Surface de cuivre mince.

mt.q.
1. Condense l'équivalent de 100 K. vapeur d'eau = 65000
La température moyenne de l'eau étant de 55.° Centig.

Eau nécessaire à la condensation.

Vin à distiller à 1/10 d'eau de vie.
Vapeur à produire pour purger = 1000/4 = 250 { 50 d'alcool, 200 d'eau.
Chaleur = 142500. cal { 12500 = 50 × 250
130000 = 200 × 650.

Température de l'eau sortant = 90.°
Quantité d'eau = 142500/90 = 1583.K
Surface de condensation = 2.m.q. 20 = 142500/65000

(a) Sur le tableau il n'y avait que 147 2.K = 13 1/2 500.
mais le dividende était évidemment erroné 2.°, il devait être de 142,500

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On avait demandé au professeur comment il se fait que dans l'application de la puissance mécanique de la vapeur à l'artillerie, il faille 4.K 91. de vapeur pour produire le même effet que 1.K de poudre. Il a répondu que dans la question qu'il a traitée, il ne s'agit pas de comparer la puissance de ces deux objets qui, sous ce rapport, n'ont aucune relation entr'eux.

Il a dit aussi que des officiers d'artillerie présens à sa dernière leçon lui ont fait observer que les pièces de 24 ont ~~environ~~ plus de 3 mètres de longueur ~~au lieu~~ (V. 2e Forme. 18e Leçon) de 1.m 30. ~~(Autographe)~~ Il a ajouté que cela ne change rien à la solution de la question quant à l'impossibilité d'exécution, qui, même, devient plus grande encore, puisque la capacité du canon étant plus du double, il faudra aussi plus de vapeur pour le remplir & par conséquent une plus grande chaudière pour produire cette vapeur. Mais si le procédé n'est déjà impraticable avec une chaudière qui devrait avoir près de 300 mètres de longueur, que serait-ce avec une chaudière qui en aurait plus de 600 ? (a)

calibre ou le diamètre du boulet; or ce diamètre = 0.m1525. Donc la longueur = 3.66 = 0.1525 × 24.

La longueur réelle de la pièce est de 24 fois le #

(a) Mais quelques uns des autres rapports changent aussi. Il y aura bien un plus grand volume de vapeur, mais non pas un plus grand poids, parce que la pression sera bien moindre. En effet, le rapport de la gravité à la pression sera = 0.00023 = $\frac{3}{13021}$ au lieu de 0.0001 = $\frac{1.30}{13021}$. Le nombre d'atmosphères équivalant ne sera donc plus = $\frac{10000}{11.60}$ = 862 porté à 1000; il sera = $\frac{4348}{11.60}$ = 375; car 10 : x :: 23 : 10000. x = $\frac{100000}{23}$ = 4348. On peut l'augmenter d'un 6e. Comme dans la formule et pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En ajoutant ce qui a été dit de la distillation simple dans la leçon précédente, nous devons en comprendre parfaitement tous les résultats. Nous avons vu qu'à Paris 100. Kg d'eau distillée reviennent de 75 C à 1 f.

La distillation complexe est la vaporisation simultanée de deux liquides dont la volatilité est différente. Le vin, par exemple, est un mélange d'eau & d'alcool qui, dans la distillation, passent simultanément à l'état de vapeurs, quoique le dernier de ces liquides soit plus volatil que l'autre; mais les proportions de leur vaporisation sont aussi différentes.

Toutes les questions théoriques de la distillation complexe s'expliquent maintenant avec la plus grande facilité, depuis que l'on connaît les travaux intéressans de MM. Gay-Lussac & Dalton sur les gaz & les vapeurs. Quoique ces questions n'aient aucune

---

les raisons d'accroissement de pression dans le canon; ~~(Voyez l'art. 101.)~~ alors il sera d'environ 440 atmosphères. Alors, la vapeur étant produite à cette pression, sa densité sera bien moindre qu'à celle de 1000 atmosphères; et malgré l'augmentation de volume, le poids doit être à peu près le même. Or, comme les dimensions de la chaudière sont déterminées d'après le poids de la vapeur, il semble que sa longueur ne devrait pas être de plus de 300 mètres, ce qui est déjà fort raisonnable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

application dans la pratique, il n'est pas tout-à-fait indifférent d'y jeter un coup d'œil rapide.

Dans tous les lieux où la pression atmosphérique est exprimée par une colonne de 0.mt76. de mercure, l'eau ne se vaporise qu'à la température de 100°, et l'alcool à celle de 81°.6. Ainsi, l'ébullition d'un mélange d'alcool & d'eau a lieu à une température supérieure à celle de l'alcool & inférieure à celle de l'eau; cette température est toujours plus rapprochée de celle du liquide qui domine dans le mélange. La vaporisation s'opère comme s'il n'y avait que de l'alcool; mais la vapeur se mêle à celle de l'eau & l'entraîne, parce que la vapeur d'eau a la propriété de se dégager dans l'air comme dans le vide, et que celle de l'alcool joue à son égard le même rôle qu'un courant d'air, par conséquent, dans la distillation du vin dont l'ébullition n'a guère lieu qu'à 95°, même celle des plus riches en alcool, la vapeur alcoolique est la première qui se forme, et elle se charge de vapeur d'eau comme ferait un semblable volume d'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On se contente de glisser sur ces détails parce que, on le répète, ils sont inutiles dans la pratique. Ici, nous ne devons considérer la Science que comme un réservoir où nous puisons les seuls Elémens dont nous avons besoin.

Ce qu'il importe donc de connaître principalement, c'est 1.° la quantité de chaleur à consommer ; 2.° les dimensions des appareils ; 3.° celles des fourneaux ; 4.° le procédé d'extraction de l'alcool. La dépense du combustible est peu de chose, quoiqu'on puisse la diminuer encore ; la valeur de l'eau de vie est bien plus importante ; c'est donc vers ce but que doivent tendre les perfectionnemens.

La chaleur nécessaire pour produire les vapeurs d'eau & d'alcool est déterminée par la nature ; nous n'y pouvons rien changer. Un K.me de vapeurs d'eau est une combinaison de 650 calories & d'un K.me d'eau ; de même un K.me de vapeurs alcooliques se compose de 210 calories & d'un K.me d'alcool ; ces proportions sont définies & invariables comme celles de toute combinaison chimique. Soit, par exemple, celle du sulfate de fer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La chaleur qu'il s'agit donc de fournir dans la distillation doit être suffisante pour vaporiser l'alcool, puis l'eau dont la vapeur est emportée par celle de l'alcool, et enfin pour faire bouillir la vinasse qui reste dans la chaudière. (V. la 1re fig.) ~~1 109~~

Il y a sans doute dans ce procédé une partie de chaleur perdue & qu'on pourrait utiliser; c'est même ce qu'on a exécuté avec succès dans quelques appareils d'invention moderne; mais ils appartiennent à la distillation à double effet, et nous ne considérons en ce moment que celle à simple effet. Son appareil ne se compose que d'une chaudière de forme à peu près sphérique, n'ayant qu'un très-petit orifice auquel est adapté un tube courbé en arc qui communique avec le serpentin. Tel était le modèle mis sous nos yeux par le professeur.

La quantité d'alcool contenue dans les différens vins est très-variable; il y en a qui en contiennent près d'un quart, tels que les vins des pays méridionaux; d'autres n'en ont guères que 1/10; ce sont ceux d'orléans, du cher & des départemens qui se rapprochent du nord ou de l'ouest de la France; on n'en retire qu'environ 1/10

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'eau de vie à 0.914 des vins artificiels en ont moins encore; on appelle ainsi ceux qu'on fabrique avec la fécule transformée en sucre au moyen de l'acide sulfurique.

Les formules ci-dessus font connaître la quantité de chaleur nécessaire en théorie et en pratique, pour produire 60 d'eau de vie à 0.914. ~~Ct. 1 litre~~ On a doublé la consommation du charbon à cause des pertes inévitables de chaleur dans la pratique; elle coûterait donc 16f.20c à 3f. le quintal métrique. Cette consommation pourrait être moindre.

L'eau de vie n'a pas toujours la même densité; elle a d'autant plus de valeur qu'elle est moins dense; c'est pourquoi 200K à 0.914 équivalent à 400K à 0.967. Mais celle-ci a servi de base pour exprimer la quantité de chaleur à produire. (V. la 1re f. ~~tout~~ le

La 2e formule résout le problème de la confection de 1000 litres d'alcool à 0.914 en un jour qu'on réduit à 20 heures, parce qu'on suppose qu'il y en a 4 d'interruption; c'est donc 50 litres par heure. ~~(1 litre x 1110.)~~

Quant à la surface à chauffer,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle peut varier, suivant quelques circonstances qui exigent qu'on accélère l'opération. C'est, par exemple, ce qui a lieu en Angleterre où les droits sont proportionnés aux dimensions des chaudières & à la durée de la distillation. Il en était de même en France, il y a deux ans; on payait une somme de ---- par hectolitre de capacité de l'alambic; l'intérêt des distillateurs était donc de diminuer cette capacité, sur tout quand l'excédant du combustible à consommer coûtait moins que la somme qu'ils économisaient sur les droits; mais les produits étaient d'une qualité inférieure. Ainsi, ils travaillaient mal pour payer moins. C'est une mauvaise direction donnée par les lois à l'industrie. On fait mieux là où l'on paye proportionnellement aux produits, & on consomme moins de combustible.

Les conditions à remplir pour la condensation de la vapeur sont énoncées dans la 3e formule. ~~(Pl. 110.)~~ Un serpentin d'un mètre quarré de surface peut condenser 100 k. par heure d'eau qu'on emploie pour opérer * cette condensation doit être introduite dans le vase du serpentin par sa partie inférieure et en sortir par la partie supérieure. De

* dans un milieu ambiant de 40 à 50°.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette manière, le Serpentin se trouvera comme plongé dans une eau de la température moyenne de 40°, quoique celle qui sort du vase en ait une de 90.

Pour condenser 250 litres ou K^mes d'eau de vie à 1/5 d'alcool pur, il faudrait 1583 K d'eau froide, avec la disposition des ~~alambics~~ Serpentins ordinaires; mais cette disposition est vicieuse, parce qu'il n'y a qu'une très petite partie de l'eau qui se trouve en contact avec le Serpentin. Le vase qui le renferme a une vaste capacité intérieure que l'eau remplit sans effet utile; on pourrait y placer un cylindre qui en occuperait la plus grande partie, de sorte que presque toute l'eau qui entrerait dans le vase serait employée à refroidir le Serpentin. La condensation en serait peut-être plus prompte & il faudrait moins d'eau, ce qui n'est pas toujours indifférent, surtout quand il faut la porter. (a)

(a) Mais les 142 500 calories de la vapeur ne doivent-elles pas toujours être absorbées par l'eau froide? Or si cette eau acquiert la température de 90°, il en faut toujours 1583 K, quelle que soit la quantité qui contienne le vase. Il en faudrait davantage encore si elle sortait à une température moindre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au surplus, ce qu'il y a de plus important dans l'acte de la condensation, c'est que la partie inférieure du serpentin soit à la plus basse température possible, parce que c'est là que la vapeur doit se condenser pour sortir à l'état liquide, et il ne s'en perdra pas, comme il arrive quelquefois lorsque cette condition n'est pas remplie ; on voit alors la vapeur alcoolique tomber en dehors du récipient, vers le sol, ainsi que cela a lieu dans les expériences sur l'acide carbonique, parce que, de même que ce dernier gaz, la vapeur alcoolique est plus dense que l'air. Il y a même du danger, dans ce cas, à s'approcher de cette vapeur avec une lumière qui peut s'enflammer. Un accident de ce genre est arrivé, il y a quelques années, le feu s'est communiqué à l'appareil et il en est résulté une explosion.

En terminant, le professeur a annoncé un nouveau travail fort intéressant de Mr. Gay Lussac sur l'alcoolisation. C'est une instruction sur l'usage d'un nouveau pèse-liqueurs qu'il vient d'inventer et qui indique la quantité précise d'alcool contenue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

120.

19e Leçon.

Dans le liquide où on le plonge. Cet
instrument (ou qu'on nomme alcoomètre)
se vend chez M. Solard
ancien Elève de l'Ecole Polytechnique,
Rue de la Cerisaye.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

206 121.

Chimie
appliquée aux arts.

20.e Leçon.

Jeudi, 10 février 1825.

Suite de la distillation. — De celle à double effet. — Des modernes appareils distillatoires.

Formules écrites sur le tableau.

1.° Rectification d'eau de vie à 970.

On veut porter à 914, mille K.rs d'eau de vie à 970.

Composition { Eau ... 770. / alcool 230. } 1000 = 500 à 914. = 22.° de l'aréomètre.

Charbon à dépenser.

Eau restant dans l'alambic = 540 × 100° = 54,000. (Calor.)

Eau de vie à vaporiser { alcool 230 × 250 = 57,500. / eau 230 × 650 = 149,500. } = 261,000.

Vapeur équivalente $\frac{261000}{650}$ = 401.K

Charbon à brûler = $\frac{401}{6}$ = 67.K = 3.F 40.C

Revient de la opération ou de 2000 litres d'eau de vie, rectifiée, = 13.F 60.C (rapporté 15.F)

2.° Distillation d'un vin à 1/6 d'eau de vie à 914.

Eau de vie demandée par jour. 1000 lit.

Vin à employer . . . . . 6000.

Chaleur 1.° Vaporisation { alcool 457 × 250 = 114250 / eau 457 × 650 = 297050. } = 411,300. (Cau)

2.° Echauffement = 5000.K × 100 . = 500,000.

= 911,300.

Vapeur équivalente $\frac{911300}{650}$ = 1402.K ; Charbon $\frac{1402}{6}$ = 234.K

Durée de la chauffe = 20 h.res ; Vapeur par h.re $\frac{1400}{20}$ = 70.K

Surface de chauffe. (Chaudière) = $\frac{70}{25}$ = 2.m.q. 80. ou 3.m.q.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2de Leçon.

3° Compte commercial.

Établissement 6000 f.

Dépense par jour.

		f c	
Charbon	234 K à 5 c	= 11.70.	20 f.
Main d'oeuvre, 2 hommes		= 5. "	
Alambic, réparations &c.		= 3.30.	
Rectification			10.
			Total 30.

4° Distillation à Double effet

Chaleur de simple effet. = 911,300 Calories
Économie possible . . . . 411,300.
Dépense nécessaire 500,000.

L'alambic est réduit à moitié.
Économie sur le feu, environ moitié.

5° Possibilité de condenser l'alcool par le vin seul

L'Eau de vie étant à 9/4.

Chaleur de la vaporisation à absorber = 411 000 C.
Chaleur que peut produire la vinasse = 500,000.

Excès 89 000.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est uniquement sous le rapport de la chaleur & non sous celui de l'art que nous considérons la distillation en ce moment; dans la suite du Cours, on l'examinera sous ce dernier point de vue.

La densité de l'alcool absolu = 792. En cet état il est parfaitement homogène & tout-à-fait dépouillé d'eau; c'est un fait constaté par l'expérience suivante de Mr. Gay Lussac. Il a mis dans cet alcool un cristal de barite qui y a conservé toute sa transparence; il a ensuite ajouté une seule goutte d'eau & le cristal s'est terni.

Il y a, comme nous l'avons vu dans la dernière lecon, une différence considérable entre la chaleur nécessaire pour constituer l'eau ou l'alcool à l'état de vapeur, puisqu'il faut 650 calories pour l'eau & 250 seulement pour l'alcool. Ainsi, dans la distillation du vin, il faut autant de fois 250 & 650 calories qu'il y a de Kilogrs. d'alcool & d'eau dans l'eau de vie qu'on en extrait et qui, à la densité de 970, se compose d'environ 3/4 d'eau et 1/4 d'alcool. Cette chaleur est nécessaire pour purger entièrement la vinasse de la partie spiritueuse; encore n'est-ce pas la totalité de la chaleur à produire; il faut y ajouter aussi celle qu'absorbe la vinasse qu'on ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut se dispenser de porter à l'ébullition
(V. les 2 pour formules 19e leçon.)
~~(V. p. 103 & 110.)~~ Il est important, toutefois
de ne pas trop chauffer au commencement
de l'opération.

Les dimensions des appareils sont
faciles à déduire des principes exposés
dans les leçons précédentes. Mais nous
avons vu aussi qu'on peut diminuer ou
augmenter la surface de la chaudière, selon
qu'on y trouve plus ou moins d'avantage.
C'est ce qu'on fait en Angleterre où l'on
diminue la capacité des alambics pour
payer moins au fisc. La législation
Anglaise est donc vicieuse sous ce
rapport, parce qu'en obligeant les
distillateurs à consommer une plus
grande quantité de charbon, elle tend
à tarir cette source principale de la
richesse du pays. ~~(V. p. 117.)~~

La rectification de l'eau de vie est
une opération presque toujours indispensable
parce que les premiers produits, ordinairement
faibles en alcool, sont en outre de mauvaise
qualité; l'eau dont ils sont chargés entraîne
des substances hétérogènes & quelquefois
infectes qui donnent à l'eau de vie un
goût & une saveur très-désagréables;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est ce qui arrive surtout avec les eaux de vie de grains ou de fécule. On les en dépouille donc par la rectification qui n'est autre chose qu'une seconde distillation. La dépense n'en est pas considérable, car elle ne s'élèverait pas à plus de 1 f. pour transformer 4000 litres d'eau de vie à 970 en 2000 litres à 914. (F. cal. f. ~~[illegible]~~)

Dans la dernière leçon, nous avons examiné les résultats de la distillation d'un vin à 1/10 d'alcool ; aujourd'hui nous avons sous les yeux ceux d'un vin qui en contient 1/6 ; les vins du Languedoc & même ceux de la Rochelle sont de cette dernière qualité. La 2e formule ci-dessus ~~(p. f. 124)~~ nous apprend qu'ils donnent la même quantité d'eau de vie avec environ 1/3 moins de combustible.

Ces résultats sont ceux qu'on obtient de la distillation à simple effet ; mais ceux de la distillation à double effet, dont nous avons à nous occuper maintenant, sont beaucoup plus intéressants. Ils le sont plus encore sous le rapport de la qualité des produits que sous celui de l'économie de combustible qui, pourtant, est d'environ moitié ; mais cette dépense est déjà faible, même dans la distillation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à simple effet, puisque son maximum est de 30f pour la fabrication de mille litres d'eau de vie à 9/4, ce qu'on appelle 3/6 dans le commerce. Ce n'est que 0f 03c par litre. (1 Liv. 3 deux 5/6 (Et aussi les 4/5 ce cas.) //

L'emploi du vin froid, au lieu d'eau pour condenser les vapeurs alcooliques, est ce qui constitue principalement le procédé de la distillation à double effet; le vin ainsi échauffé déjà par le contact du serpentin ou de la vapeur même, se rend dans la chaudière où il ne faut plus qu'une faible chaleur pour le porter à l'ébullition, mais il ne doit pas être exposé au contact de l'air dans le condensateur, sinon la vapeur qu'il forme en acquérant cette première chaleur serait perdue.

La première idée de ce procédé est due à MM. Argand, l'inventeur des lampes qui portent son nom; il le fit exécuter à Metz en 1783; mais il a été bien perfectionné depuis. Son appareil avait deux serpentins l'un sur l'autre; le premier contenait du vin et l'autre de l'eau.

Les perfectionnemens successifs auxquels il a donné lieu ont été faits par Adam, distillateur de Montpellier

//Cependant, des gens se disant spéculateurs ont eu l'idée fausse de vouloir substituer l'hydrogène au charbon, parce que la capacité de ce gaz pour la chaleur est triple de celle du charbon, ils s'imaginaient y trouver de l'économie. Sans doute un K.me d'hydrogène donnerait autant de chaleur que 3 K.s de charbon; mais ils n'ont pas réfléchi que le premier de ces combustibles coûterait 100f tandis que l'autre ne coûte que 0f 15c. Aussi ces personnes tombent dans des erreurs du même genre, faute de faire le compte commercial de leurs projets; aussi voit-on tous les ans au moins 50 brevets d'invention pris en pure perte.—

Juin par Isaac Bérard ; mais les plus importans sont ceux de MMrs. Cellier Blumental & Derosne.

L'appareil d'Adam n'est qu'une application de celui de Woulf. Il se compose d'une chaudière qui est seule exposée à l'action du feu & qui communique avec un premier vase de forme ovale, où se transmet la vapeur qui se dégage de la chaudière & qui échauffe le vin dont ce vase est à moitié rempli. Trois ou quatre autres vases semblables également à moitié pleins de vin, sont à la suite du 1.er qui communique avec le 2.e, celui-ci avec le 3.e &.a la vapeur se dégage de l'un dans l'autre successivement et échauffent le vin qu'ils renferment ; elle arrive enfin dans le serpentin où elle se condense ; mais elle est bien plus riche en alcool que celle qui sort de la chaudière ; sa qualité s'accroit dans chaque vase dont le liquide parvient à l'ébullition d'autant plus promptement qu'il est plus éloigné de la chaudière, de sorte que le dernier est chargé de tout l'alcool des vases précédens. C'est en se condensant dans

chacun de ces vases que la vapeur échauffe et fait bouillir le vin qu'ils contiennent. La nouvelle vapeur qui s'y forme est donc nécessairement plus riche d'alcool que celle qui l'a précédée. Des tubes courbés en arc servent à la communication de la chaudière et des vases les uns avec les autres. On fait ensuite couler le vin de chaque vase dans la chaudière au moyen d'un tuyau horizontal auquel aboutit un tuyau vertical avec robinet adapté à la partie inférieure de chacun des vases.

Le perfectionnement imaginé par Isaac Bérard consistait à faire parcourir à la vapeur un plus grand espace dans un long tuyau garni de diaphragmes multipliant les points de contact.

Celui de M. Jellier Blumental a eu pour objet de rendre l'opération continue, idée des plus heureuses; car le principe de la continuité est un des plus féconds en résultats extrêmement avantageux dans les arts. La fabrication du fer et l'impression des toiles nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en offrent un double exemple. Depuis qu'on se sert de cylindres au lieu de marteaux pour pétrir le fer, lorsqu'il est rouge, une seule chaufferie suffit et le fer est meilleur. De même, en faisant graver la toile sur des cylindres, on en imprime des pièces de plus de 20 mètres en moins de deux minutes et avec plus d'uniformité. On pourrait citer un grand nombre d'autres car pour prouver l'avantage du système continu sur le système alternatif.

MM. Derosne et Cellier Blumental se sont associés pour l'exploitation d'un procédé de distillation plus parfait encore que les précédents.# Outre la chaudière et les vases successifs de l'appareil d'Adam, il leur se compose d'un réservoir d'où le vin coule dans ces vases, mais après avoir parcouru des colonnes creuses renfermant plusieurs diaphragmes de métal percés d'un grand nombre de petits trous, comme une écumoire; il y tombe en forme de pluie et y rencontre la vapeur avec laquelle ses points de contact sont très-multipliés; il arrive donc presqu'entièrement dépouillé d'alcool dans la chaudière. La vapeur mixte qui parcourt

Ils ont un atelier de construction à Chaillot, et ils permettent aux amateurs de le visiter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aussi les colonnes à diaphragmes se partage en quelque sorte; la portion la plus aqueuse dont la condensation s'opère à une température plus élevée se liquéfie dans les régions inférieures et la partie spiritueuse monte jusqu'aux sommets des colonnes d'où elle passe dans un serpentin, c'est là que l'alcool se condense aussi rectifié que possible par la distillation car on ne l'obtient tout-à-fait pur que par des procédés chimiques. Il est également dépouillé de toute substance hétérogène & infecte qui reste avec l'eau condensée longtemps avant l'alcool.

Dans cet appareil, la vapeur est partout en contact avec du vin, soit immédiatement comme dans les vases primitifs & dans les colonnes à cuves soit au moyen des parois du serpentin où s'achève sa condensation ~~(p. le Pol. p. le point du cours de chimie de 1824.)~~

Lorsque le liquide arrive dans la chaudière, il doit être à l'état de vinaille, & il s'en dégorge en quantité égale à celle qui s'y introduit par les vases auxquels la chaudière communique. Mais il importe néanmoins d'avoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La certitude qu'elle est entièrement purgée d'alcool ; sans cela on s'exposerait à perdre une partie de ce dernier produit. Il conviendrait donc d'avoir deux chaudières qui pourraient s'adapter successivement à l'appareil. Un serpentin qu'on adapterait aussi aux chaudières servirait d'éprouvette pour reconnaître la qualité de la vapeur de la vinasse. C'est une vérification qu'il serait bon de faire toutes les deux heures. La 2e chaudière aurait pour but de pouvoir se dispenser d'interrompre la distillation pendant qu'on vérifie l'autre.

Cet appareil est certainement très-ingénieux, surtout dans la manière de multiplier les points de contact de la vapeur avec le vin, ainsi que dans le principe de la continuité. Il y aurait bien quelques autres moyens d'obtenir les mêmes effets, tels, par exemple, que la cascade chimique dont M.r Clément est l'inventeur ; on pourrait la substituer aux colonnes à diaphragmes, et elle offrirait peut-être plus de-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

surface de ces colonnes. La cascade chimique est elle-même une colonne pleine de petites boules contre lesquelles la vapeur ascendante viendrait se diviser & se mêler avec le vin qui y coulerait du réservoir placé à la partie supérieure. ~~(On voit la description dans le tome 1er page 1811 de~~ ~~dans celle de~~ (V. la note a de la 27e Leçon.)

Un tuyau en hélice, semblable à la vis d'Archimède, pourrait encore servir au même objet. Le vin & la vapeur le parcourraient en même temps; mais les points de contact y seraient moins multipliés, parce que ces deux fluides seraient bien moins divisés.

Il n'est pas douteux que le procédé de distillation continue ne soit adopté par tout, aussitôt après la cessation du Brevet d'Invention qui en assure le monopole à ses auteurs. Ses avantages sont trop évidens pour qu'on ne s'empresse pas d'en profiter, dès qu'on le pourra; mais voilà un des inconvéniens des brevets d'invention; c'est de favoriser le monopole. Ils retardent en outre les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

progrès de l'industrie, en ce qu'étant exploités par un petit nombre d'individus, les perfectionnemens dont les procédés sont susceptibles sont beaucoup plus lents que s'ils étaient à la disposition de tous, parce que chacun pourrait en faire l'objet de ses méditations, et qu'il y a nécessairement plus d'idées dans dix têtes que dans une seule. Cependant ces brevets ont aussi leur point de vue avantageux ; mais ce serait ici une discussion hors d'œuvre.

Dans la prochaine séance, on traitera du chauffage des appartemens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

134.

Chimie appliquée aux arts.

21e Leçon.

Lundi 14 Février 1825.

Suite de la chaleur. — Du Chauffage des appartements. — Des divers appareils de chauffage.

Formules écrites sur le tableau.

1° Chauffage des habitations.

Déperdition par les parois $= \frac{T-t}{5} \times M$ d'air (a)

Longueur de la pièce = 5.25. } mur de 0.66 d'épaisseur.
Largeur = 4.60.
Hauteur = 4 "

Deux croisées de 1.25 X 2.

Chaleur perdue par heure $= \frac{125 \text{ m.c. d'air}}{4} \times \frac{20°}{5} = 31 \times 4 = 124$ Calories.

2° Renouvellement de l'air pour la salubrité.

Un homme consomme en 24 h., 0.800 d'oxig. = 3.800 m.c.
Une respiration vicie l'air de 0.02.
Deux respirations — de 0.04 = 1/25.
Air nécessaire à un homme pr 24 h. = 3.80 X 25 = 95 m.c.
pour une heure = $\frac{95}{24}$ = presque 4, quadruplé = 16.

Les animaux meurent dans l'air qui a perdu 1/3 de son oxigène.

3° Dimensions d'un petit salon pr 20 personnes.

Largeur. 6. } = 30. } = 120 mètres cubes.
Longueur. 5. } m.q.
Hauteur. 4 }

Air nécessaire par heure = 20 X 16 = 320 m.c.
Cube du salon — — — — — = 120.
Air à fournir = 200.

(a) Expression consacrée pour énoncer la différence de température. T = temp.e int.re ; t = temp. ext.re

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cheminée ordinaire

Section $\left\{\begin{matrix}1^{m}.00\\0.28\end{matrix}\right\}$ $^{m.q.}$ = 0.28. { Vitesse de l'air supposée = 2 mt. (Poncelet & Lesbros.)

Air passé dans la cheminée en une seconde = 2. X 0.28 $^{m.c.}$ = 0.56 :

Idem en une heure = 3600 X 0.56 = 1800 mèt. cubes.

C'est 9 fois plus que le nécessaire.

4.° Effets comparatifs des cheminées & des poêles dans une pièce de 100 mt. cb.

	Température produite par un K.gr de bois.	Bois brûlé pour une même temp.re
	degré	
Cheminée ordinaire	0. 148.	100. 4
id de Rumford.	0. 379.	39. 4
id de Desarnod.	0. 450.	33. 11
Poêle de Curaudeau.	0. 714.	20.73.
id de Desarnod.	0. 936.	15.81.

5.° Effet réel d'une cheminée ordinaire.

Température extérieure — 5.° Temp.re int.re + 5.°

De 6 à 10 h. en { houille brûlée. 10.K.0 / bois brûlé. 2.5. } charbon équivalant 11.K.2 5.

Augmentation de la température intérieure = 2.° 5.

Chaleur mise à profit ou donnée à l'air.

$\frac{120^{m}.6 \times 1.3}{4} \times 2.5. = 156.$ K. d'air X 2.° 5. = 39. K. d'eau X 2.° 5 = 97. Calories

Déperdition pendant 4 h. par les parois 78.

$\frac{10}{5} \times 39 = 2 \times 39. = 78.$

175.

Chaleur développée = 11.K.2 5 X 7050 = 79312. Calories

Rapport $\frac{175}{79312.}$ = 0.0022. environ 1/500.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

21e Leçon.

(du chauffage des appts)

La question dont nous avons à nous occuper aujourd'hui est encore presque neuve et d'un intérêt général. Elle est plus importante qu'on ne le croirait, lorsqu'on ignore combien est excessive la quantité de combustible qui se consomme annuellement à Paris seulement, il s'en est consommé en 1821 pour 38,690,000 francs; en 1818, la consommation ne s'est élevée qu'à environ 28 millions & demi. Cette différence, soit dit en passant, est un indice d'une prospérité croissante. (b)

Quoiqu'on ait déjà bien perfectionné les appareils de chauffage, cheminées & poêles, il y a encore beaucoup à faire à cet égard; les moindres améliorations, d'ailleurs, ne sont nullement à dédaigner, dans un objet d'une valeur aussi considérable.

(b) Cependant il faudrait savoir si la différence ne provient pas en partie de ce que le combustible a été moins cher en 1818 qu'en 1821. Ensuite, tout ce qui s'est consommé n'a sûrement pas été employé au chauffage des appartemens; les manufactures, ateliers &c. y sont sans doute pour quelque chose, et il y en avait peut-être un plus grand nombre à la dernière de ces deux époques. Au reste, ce serait encore, dans ce dernier cas, l'indice d'une prospérité croissante. (V. la 29e leçon du cours de 1829.)

Il faut se rappeler aussi qu'il a fait moins froid en 1818. Or, dans les hyvers tempérés, on consomme moins de bois et il coûte moins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour se livrer d'une manière un peu étendue à l'examen de la question du chauffage, il faudrait mettre à contribution la Physique, la Chimie, la mécanique & l'hydraulique aérienne; mais on se bornera ici à des notions générales.

L'objet du chauffage est d'entretenir la température intérieure des appartemens à un degré supérieur à celui de la température extérieure; or, on n'y parvient qu'en produisant de la chaleur, et on ne peut produire cette chaleur sans en perdre plus ou moins; la déperdition qui se fait par les parois de l'appartement surtout est absolument inévitable. toutefois on peut la réduire à fort peu de chose, en parvenant d'ailleurs, mais en conduisant la chaleur, et on peut diminuer aussi celle qui a lieu par d'autres causes.

On voit en effet par les résultats indiqués dans la 1ère formule ci-dessus, ~~(v. f. 134)~~ que la chaleur perdue ou absorbée par les parois d'une salle contenant environ 96 mètres cubes d'air ou 128 K.mes n'est que de 1214 calories par heure, = 1/37e de ce que peut fournir un K.me de charbon. $\frac{7080}{124} = 57$. Ce sont des expériences faites au Conservatoire même par le célèbre Montgolfier qui ont donné ces résultats. On doit donc en conclure que des murs de 0.mt66 (2 pieds) d'épaisseur ne transmettent pas facilement la chaleur au dehors, malgré deux croisées à

vitrage simple, les moins favorables à la conservation de la chaleur. On emploie quelquefois une double croisée, mais alors l'appartement est moins bien éclairé, outre qu'il s'établit dans l'espace entre les deux croisées, un grand courant d'air qui facilite la transmission de la chaleur au dehors. Il y a néanmoins un moyen d'obvier à ce dernier inconvénient, c'est d'avoir un vitrage double sur la même croisée, un carreau d'un côté des châssis & un de l'autre; l'air qui se trouve entre les deux carreaux y est renfermé sans pouvoir se renouveller & n'y est pas en quantité assez grande pour établir un courant.

Pour connaître le nombre de calories perdues par cette cause, il faut diviser la masse d'air par le nombre 4, & en multiplier le quotient par celui de la différence de température intérieure & extérieure autrement divisée par 5; cette transformation de nombres est nécessaire, parceque les calories s'évaluent d'après le poids de l'eau, ainsi qu'on l'a dit dans les leçons précédentes, et que la chaleur spécifique de l'air étant 4 fois moindre

que celle de l'eau, 31 K de ce liquide absorbent autant de chaleur que 12,5 K. d'air. (V. la 2e formule) Le Second dénominateur 5 est un nombre constant donné par l'expérience.

Une autre cause capitale de déperdition de chaleur est dans la nécessité de renouveller l'air d'un appartement. Quoiqu'un homme puisse, à la rigueur, vivre dans un lieu où il n'aurait que 4 mt. cb. d'air par heure, on estime qu'il lui en faut quatre fois davantage pour être sainement et agréablement; car ce n'est pas par la respiration seule que l'air est vicié, c'est encore par d'autres exhalaisons provenant de diverses parties de l'individu. Dans

Dans un salon dont la section horizontale sera de 30 mètres quarrés, et la capacité de 120 mètres cubes, s'il s'y trouve 20 personnes, il faudra, par heure, 200 mètres cubes d'air de plus que n'en contient le salon; en supposant que la section de sa cheminée soit de 0.mt.q 2f, elle pourra en fournir 1800 mètres cubes & par conséquent 9 fois plus qu'il n'en faut. (V. les 2e & 3e formules.)

L'ouverture d'une telle cheminée est donc beaucoup trop grande & il en résulte une déperdition considérable de chaleur;

On ne peut pas en donner une explication plus satisfaisante, sur tout dans un cours.

L'air des chambres où l'on couche est-il ordinairement fétide et mal sain le matin, avant qu'on ne l'ait renouvellé.
On estime qu'il s'introduit un litre d'air dans la poitrine à chaque inspiration.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on n'en serait pas tout-à-fait exempt, puisqu'il faudrait toujours 200 mètres cubes d'air qui emporteraient bien une portion de chaleur ; mais ce ne serait que le 9.e de ce qu'on perd avec une cheminée ordinaire.

En sortes de cheminées, celles que nous appellons ordinaires, et comme il en existe encore dans la plupart des maisons, sont très-défectueuses ; elles ne font que l'office de ventilateurs et ne transmettent pas d'air chaud dans l'intérieur des appartemens ; il ne s'en échappe que de la chaleur rayonnante qui est bien peu de chose, en comparaison de celle que produit le combustible. Car quoiqu'on attache, en physique, une assez grande importance aux phénomènes de la chaleur rayonnante, il faut la considérer ici sous un autre point de vue, celui de son effet utile ; et il est certainement très borné. En physique, on ne considère la plupart des choses que d'une manière spéculative et comme objets de curiosité ; il doit en être tout autrement dans leurs applications aux arts.

La quantité de chaleur rayonnante d'une cheminée ordinaire est tellement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

restreinte qu'elle n'équivaut qu'à 1/500 de celle qui se dégage du bois ou du charbon qu'on y brûle ; de telles cheminées sont donc plutôt destinées à refroidir les appartemens qu'à les échauffer, vu la grande quantité d'air froid qu'elles ~~en emportant la même quantité d'air chaud~~ y introduisent, & lorsqu'on est obligé de les renouveller, ainsi que dans les nouveaux édifices. C'est le plus mauvais de tous les appareils de chauffage. Dans celles des constructions #

Le résultat qu'on vient d'indiquer est expliqué dans la 5.e formule ci-dessus. ~~(V. C. 13.)~~ Il a été obtenu dans une chambre de 120 mètres cubes, contenant par conséquent 156.K d'air, et dont la température intérieure ne s'est élevée que de 2.° 5. par la combustion de 11.K 25. de charbon. Avant l'expérience, la différence avec la température extérieure était de 10.°, et après, de 12.° 5. donc 12.5 = 2.5.

En général, les sections des cheminées sont beaucoup trop grandes, souvent même tout à fait même inutiles pour le renouvellement de l'air, car celui qui s'introduit

#actuellement, on se contente d'une ouverture de 3 à 4 centimètres quarrés au lieu de m.q. 25. En outre, plusieurs ont une soupape qui les ferme pendant la nuit, et le courant d'air est intercepté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par les jointes des portes et des fenêtres ### serait plus que suffisant pour les 16 mètres cubes qu'on suppose nécessaires par heure et par homme. Un courant d'air de 2 mètres par seconde est une bonne vitesse dans la cheminée ordinaire. On détermine facilement

Depuis une 50e d'années, on a fait plusieurs améliorations dans la construction des cheminées; il en est dont les murs sont inclinés de manière à réfléchir la chaleur, ce sont les cheminées dites à la Rumford; d'autres ont, dans leurs intérieurs, des cavités où l'air se réchauffe avant de passer dans l'appartement avec lequel elles communiquent par des tuyaux extérieurs. Celles-ci sont attribuées à Desarnod; mais l'idée en est due à Franklin. (c)

Les perfectionnements qui résultent des cheminées à la Rumford procurent fort peu d'avantage, parce que ce n'est toujours que de la chaleur rayonnante qui ne peut jamais être que très-limitée dans ses effets.

Les tuyaux ou bouches de chaleur des cheminées à la Desarnod sont plus profitables, mais pas encore autant

la vîtesse de l'air dans une cheminée en jetant sur un foyer de houille bien incandescente sans fumée, une poignée de résine qui s'enflamme sur le champ en produisant une fumée épaisse. On observe attentivement l'instant où elle commence à sortir par l'orifice supérieur de la cheminée dont la hauteur est connue; en divisant cette hauteur par le nombre de secondes qui se sont écoulées, le quotient exprime la vîtesse cherchée. A défaut de résine, on peut fourgonner la houille dont l'intérieur renferme des matières qui donnent aussi une fumée très-épaisse, car ce n'est que lorsque toute sa surface est incandescente qu'elle brûle sans fumée. L'air, qu'on n'apperçoit pas parce qu'il est incolore, a la même vîtesse. Entrant dans l'appartement par les clôtures mal jointes ou par un orifice quelconque, il s'introduit dans la cheminée qu'il traverse de bas en haut. C'est sur ce grand courant d'air qu'est fondée l'opinion générale que le feu des cheminées est plus sain que celui des poêles; cela doit être puisque le poêle détermine un courant d'air beaucoup moindre que la cheminée. On peut même, en plaçant au dehors l'embouchure du poêle,

(c) Tient-être même est-elle due à Gauger. V. son traité de la mécanique du feu, 1 Vme in-12. 1713. V. aussi la Lamino Logie de D.n Ed.d Edouard, Bénédictin, 2 vol. in-12. 1756. Ces deux ouvrages sont parus sans noms d'auteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'ils devraient l'être; l'air ayant peu de chaleur spécifique, il faudrait donner de grandes dimensions à ces tuyaux pour qu'ils puissent verser dans l'appartement un assez grand volume d'air chaud. La différence de la chaleur spécifique avec celle de l'eau est telle qu'il faudrait, en volume, 3200 fois plus d'air que d'eau pour produire la même quantité de chaleur; ainsi, un mètre cube d'eau à 100° a autant de chaleur que 3200 mètres cubes d'air à la même température. (2) La

On peut reprocher aux tuyaux caloriféres employés jusqu'à présent un défaut opposé à celui des sections de cheminées; celles-ci sont presque toujours trop grandes, ceux-là sont

l'alimenter entièrement d'un air qui ne traversera pas l'appartement; il est vrai qu'on n'en sera pas plus sainement sous ce rapport; mais l'objet ici est d'avoir de la chaleur; on peut d'ailleurs renouveller l'air des appartemens par d'autres moyens.

différence est énorme entre la quantité de chaleur utilisée dans le chauffage de l'air et dans celui de l'eau. Dans ce dernier cas et surtout dans la production de la vapeur, on met à profit la moitié de la chaleur dégagée du combustible, tandis qu'on n'en obtient que quelques millièmes dans l'autre cas. (V. la 5e formule.) Pour chauffer convenablement l'air, il faut donc qu'il puisse parcourir une étendue très-considérable de surfaces chauffantes, vu son peu de densité et de chaleur spécifique.

(2) C'est dans la supposition que l'eau est 800 fois plus dense que l'air; mais comme sa densité n'est que de 770, comparée à celle de l'air prise pour unité, il ne faudrait que 3080 mètres cubes d'air au lieu de 3200. Un mètre cube d'eau = 1000^{K}. et $\frac{3080^{mc}}{4}$ d'air = 770 qui X 1^{K}.298. = 999^{K}.46. Voilà le véritable rapport de l'air à l'eau, quant au poids et à la chaleur spécifique. Toutefois dans les arts où l'on se borne à des approximations, on procède en nombres ronds.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parque toujours trop petite. On en trouverait un exemple sans sortir de l'amphithéatre, les calorifères qui y aboutissent et que l'administration y a fait construire, à la vérité sans consulter des gens experts en cette matière, sont loin de donner toute la chaleur que devraient leur fournir le poêle auquel ils communiquent ce dont on pourrait s'assurer facilement au moyen d'un anémomètre pour mesurer la force de l'air qui traverse les tuyaux. Outre

Dans les cheminées qui en sont pourvues les tuyaux sont placés sous l'atre, et s'élèvent verticalement dans l'intérieur de la cheminée; une de leurs extrémités communique avec l'air extérieur.

Les meilleures cheminées sont celles

que les tuyaux de chaleur des calorifères sont trop étroits, ils sont aussi trop courts, les boucheres sont ce qui donne peu de vitesse de courant; les boucheres sont trop bas: il conviendrait de les élever jusqu'au plafond. (e)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

presque toujours trop petite. On en trouverait un exemple sans sortir de l'amphithéâtre, car les calorifères qui y aboutissent et que l'administration y a fait construire, à la vérité sans consulter des gens experts en cette matière, sont loin de ~~donner~~ rendre toute la chaleur que devraient leur fournir le ~~qui en fournit au~~ poêle auquel ils communiquent. Ce dont on pourrait s'assurer facilement au moyen d'un anémomètre pour mesurer la ~~de la vitesse~~ force de l'air qui traverse les tuyaux. Autre

* que les tuyaux de chaleur des calorifères sont trop étroits, ils sont aussi trop courts, ~~les bouches sont trop~~ ce qui donne peu de vîtesse de courant; les ~~bouches~~ sont trop bas; il conviendrait de les élever jusqu'au plafond. (e)

Dans les cheminées qui en sont pourvues les tuyaux sont placés sous l'atre, et s'élèvent verticalement dans l'intérieur de la cheminée; une de leurs extrémités communique avec l'air extérieur.

Les meilleures cheminées sont celles qui sont transformées en poêles; mais les véritables poêles leur sont encore préférables pour l'effet utile de la chaleur. Ceux de Desarnod sont ~~en~~ meilleurs que ceux de Curaudeau, parce que les premiers sont en fonte & les autres en tôle, & que la fonte conserve mieux la chaleur, ~~les parois~~ étant plus épaisses. (f) On voit par les résultats indiqués dans la 4ème formule ci-dessus, (~~p. 135.~~) la différence

(e). Ne serait-il pas préférable d'abaisser au contraire les bouches de chaleur, tout en allongeant les tuyaux? car l'air échauffé étant plus léger que l'air froid, il ne descendra pas dans l'atmosphère ~~supérieure~~ de la chambre pour s'y mêler et l'échauffer, s'il on l'envoye d'abord dans la ~~partie~~ région supérieure. Il faudrait pour cela qu'il y eût du trop plein dans la chambre, & un moyen d'issue à l'air par le bas, afin de forcer l'air chaud à descendre et se mêler à l'air froid.
Au reste, ce problème paraît n'être pas d'une solution facile, car on connaît de très-savans chimistes qui ont fait disposer, pour leur propre usage, des cheminées avec tuyaux de chaleur, dont les ouvertures sont trop étroites.

(f) La question de l'épaisseur des parois est traitée avec beaucoup de détails dans le mélange Physico-mathématiques de M. Bérard. 1 gros in-8vo Messidor an 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'effets produits par divers appareils de chauffage. Le poêle à la Désarnod est celui qui a fourni le plus de chaleur; il en donne six fois plus qu'une cheminée ordinaire avec la même quantité de bois.

L'avantage des poêles sur les cheminées consiste principalement en ce que l'air de l'appartement vient frapper le corps chaud ou la surface extérieure du poêle, et de ses tuyaux; cet air s'échauffe, se dilate et est remplacé par une autre couche d'air qui éprouve les mêmes effets. On utilise ##

La forme des poêles est excessivement variée, ce qui, au reste, n'influe guères sur leur action. Il y en a qui ont plusieurs tuyaux placés horizontalement dans leur foyer; l'air chaud de l'intérieur du poêle a ainsi une très-grande surface à parcourir; mais il a aussi très-peu de vîtesse, parce que la situation des tuyaux rend le tirage faible. C'est ce qu'on remarque dans un poêle de ce genre qui existe à Gorsy, malgré la position inclinée des tuyaux dans le foyer. Cependant il est possible d'accélérer la vîtesse de l'air, même dans des

d'autant plus de chaleur que les tuyaux sont plus longs. Ceux en faïence recouverte d'un vernis brillant sont moins profitables, parce qu'ils ont moins de chaleur rayonnante. Il en est tout autrement si leur surface est dépolie. Les poêles de cette espèce, soit en terre ou en brique, sont même quelquefois préférables à ceux de fonte, parce que la chaleur spécifique de la brique est la moitié de celle de l'eau, tandis que celle de la fonte n'en est que le 8e. Il en résulte que la brique conserve plus longtemps sa chaleur; mais elle l'acquiert plus lentement. La fonte, au contraire, l'acquérant rapidement, la transmet de même au dehors et se refroidit beaucoup plus promptement.

Un inconvénient pour la salubrité dans l'usage des poêles, surtout lors que leur surface est très-chaude, consiste en ce qu'ils décomposent (en les brûlant, les corps) de nature animale qui flottent continuellt dans l'air et que ce fluide dépose sur les parois du poêle et des tuyaux; c'est ce qui produit cette odeur pyrogénée dont l'odorat est quelquefois affecté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tuyaux horizontaux, quoique la meilleure
disposition pour produire cet effet soit
la verticale; c'est cette augmentation
de vitesse qu'il importe le plus d'obtenir,
quelle que soit d'ailleurs la situation
des tuyaux, car il vaut mieux introduire beaucoup
d'air à une température peu élevée que d'en
avoir peu de très-chaud.
Dans la leçon prochaine, on parlera
plus spécialement des calorifères et du
chauffage par la vapeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

219 147.

Chimie appliquée aux arts.

22e Leçon.

Jeudi 17 février 1829.

Suite de la chaleur et du chauffage des appartements. — Des caloriferes.

Formules écrites sur le tableau.

Transmission de la chaleur à travers une feuille de cuivre de 2 à 3 millimetres d'épaisseur, (1 metre quarré de surface) chauffée directement par un foyer et refroidie par un courant d'air.

Temps = une heure. { Air échauffé de 0° à 50° = 233.K

Chaleur = $\frac{233}{4} \times 50 = 2912$ Calories. (2912) soit 2900.

1° Effet d'un Calorifere.

Surface de chauffe de la chaudiere à air = 6. m.q. 70.
ou surface de cuivre exposée au feu.
Temps de l'observation = 3.h 1/2. { charbon brûlé = 21.K

Air échauffé de 0° à 50° = 4200 metres cubes.

Résultat. (Temps 1 h.re) (Surface 1 mt. q.r)

Air échauffé = 179 mt. cb. = 233.K

Chaleur (utile) = 2912 Calories.

Chaleur dégagée par la combustion = 6 X 7050 = 42300. Cal.

Rapport = $\frac{2912}{42300} = \frac{2}{29} = 0.0688$. environ 1/14 de la chaleur developpée.

2° Calorifere pour un batiment de 10,000 mt. cb.

Longueur = 30. mt } 500 mq. } 10000 mt. cb.
Largeur = 16.67 }
hauteur moyenne 20 }

Dépense

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

148.

22e leçon.

Dépense d'établissement.

2 Calorifères en fonte, environ 2500.K = 3000.f les 2 = 6000.f
Cheminées & conduits d'air chaud = 3000.
Placement & fourneau . . . . . = 1000
10,000

Dépense annuelle.
- Intérêts à 12 p.c. % = 1200.f
- 150 Journées de chauffage à
- 2 hectol. charbon à 5.f l'hect. = 1500.
- Chauffeur. = 400.

} 3100.f

2.° Chauffage par la vapeur.

1 mt. q. de fonte (2 ctm. d'ép.r) = 2.K 100 mes exp.ces Thompson. 1.K 600 } 1.K 200. d'autres.

V. la 4e f. de la 20e leçon de 1827.

1 mt. q.e fournit de la chaleur à 67 mt. cb. d'appart.ts Température 18 à 20.°

4.° Chauffage d'un grand salon par la vapeur.

Longueur = 8.mt
Largeur = 8. } 320.mt. cb.
Hauteur = 5.

6 croisées d'un mètre d'h.r sur 3 mètres.

1.° Déperdition par les murs & par heure = 400.Cal.
2.° Renouvellement d'air p.r 50 personnes = 5000.
5400.

Surface de fonte nécessaire = 5400 / (1.200 × 650.) = 5400 / 780. = 6.92

Chaleur des 50. personnes = 8800 Calories.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avant d'entrer en matière, M. Clément a dit que plusieurs de Ses auditeurs viennent, dans une lettre non Signée, de lui manifester le Désir que Son cours Soit imprimé. C'est une demande qu'on lui a déjà faite d'autres fois. Il a répondu qu'il en a bien conçu la résolution depuis qu'il professe, mais qu'il n'est pas encore en mesure de l'exécuter, parce que les matériaux qu'il y destine Sont incomplets, malgré les nombreux voyages qu'il a entrepris pour les recueillir. Cette collection, a-t-il ajouté, lui donne beaucoup de peine. Les calculs auxquels il est obligé de Se livrer & dont il nous présente les résultats dans chaque Séance, Sont extrêmement difficiles; il en est qui exigent plusieurs jours de travail, & même des Semaines. Cependant il n'a pas renoncé à Son projet; mais en attendant, on peut trouver dans le Dictionnaire Technologique quelques parties détachées de Son cours; les rédacteurs de cet ouvrage qui assistent à Ses leçons en rapportent, en général, d'une manière assez exacte ce qu'ils en font imprimer. Si l'on y apperçoit quelques incorrections, elles Sont de peu d'importance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

22e. Leçon.

On a démontré, dans la dernière séance, toutes les défectuosités des cheminées ordinaires, & on a dit qu'elles ne devaient être regardées que comme des Ventilateurs. En effet, Supposons que le foyer soit élevé de manière à n'être pas visible dans l'appartement, alors il n'y transmettra plus de chaleur, parce que le rayonnement qui seul en fournit, ne s'effectuera plus dans cette direction.

On a aussi parlé des perfectionnemens déjà opérés dans les divers appareils de chauffage. Ces idées ne sont pas neuves, car on trouve dans un ouvrage imprimé en 1713, de très-bons principes sur la construction des cheminées; mais leurs applications sont beaucoup plus récentes & en général mal saisies, parce qu'on n'y a pas fait entrer le calcul ni les notions nécessaires sur l'hydraulique de l'air. (a)

Les perfectionnemens dont il s'agit consistent dans des cavités que les cheminées renferment; l'air

(a) V. la note C de la 21e. Leçon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les s'y échauffe,
extérieurs parcourt avant d'entrer dans
l'appartement. Le Succès de ce procédé
ne dépend que des proportions; il
faut que les tuyaux par lesquels l'air
s'introduit soient égaux, ou à peu
près, en dimensions à ceux par les-
quels il sort; mais c'est ce qu'on ne
voit presque jamais. Dans les cheminées
à la Desarnod, il y a ordinairement deux
boucles de chaleur qui sont les extrémités
de tuyaux ayant de 18 à 24 lignes (40 à 54 millimètres)
diamètre, ce qui ne fait qu'environ
3 pouces quarrés (=0m.9092) tandis que le tuyau
de la cheminée, pour la sortie de l'air,
a une ouverture d'un pied quarré =
144 pouces (=0m.4.105). La disproportion est
donc beaucoup trop grande, et l'effet
produit en est faible; cependant on
a suivi les principes. Il en est de
cela comme d'une pièce de mécanique,
d'une montre par exemple, dont les
rouages sont incomplets et qui, par
conséquent, n'indiquera jamais les heures
exactement.

Les améliorations à faire aux
cheminées ordinaires peuvent, sans peine,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aller jusqu'à produire dix fois plus de chaleur qu'elles n'en donnent; encore n'aurait-on que les 0.02 de la chaleur dégagée par la combustion, puisqu'elles n'en fournissent maintenant que les 0.002 (V. la 5e Leçon, 21e Leçon) ~~(V. la 5e Leçon, 21e Leçon)~~ Les calculs à faire pour connaître le moyen d'obtenir ces améliorations sont moins compliqués que ceux dont il a été question précédemment sur l'air vicié d'acide carbonique, en parlant du tirage des cheminées. (V. la 8e Leçon.) ~~(V. la 8e Leçon.)~~

Malgré ce qu'on a dit des imperfections du chauffage au moyen des cheminées, il ne s'ensuit pas qu'il faille les proscrire toutes. Il est un assez grand nombre de personnes qui les préfèrent et avec raison. Comme c'est par le rayonnement que leur foyer échauffe, lorsqu'on n'en est pas éloigné, on en éprouve beaucoup de chaleur. Elles facilitent d'ailleurs le renouvellement de l'air, car elles sont un puissant moyen d'aérer les appartements

#

Le Coke est un combustible (aussi utile) qu'agréable pour ceux qui préfèrent le feu des cheminées; sa chaleur rayonne avec beaucoup de force, parce qu'il ne brûle qu'à une très-haute température. Il n'en est pas de même du charbon de bois. Le coke, en outre, ne donne aucune mauvaise odeur, dégagé comme il est des matières sulfureuses et bitumineuses de la houille; il est donc favorable au feu de cheminée et mérite la préférence sur tous les autres combustibles. Quoique le prix en soit assez élevé, il fournit autant de chaleur que tout autre combustible d'une valeur double. Les ateliers d'éclairage par le gaz en fournissent maintenant beaucoup. Dans Paris

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il se fait aussi une très-grande consom.on de coke en Angleterre pour le chauffage des appartemens. Les cheminées sont en acier poli & de la plus grande élégance; les dessins en sont extrêmement variés, car dans une seule manufacture de ces cheminées à Sheffield il y en a plus de 1800 modèles. On s'en sert également aux Etats-unis. Le coke brûle dans une double corbeille, l'une intérieure en fer, l'autre extérieure en acier. Il serait à désirer que cet usage s'introduisît en France. A un de ses derniers voyages en Angleterre, le Professeur en avait rapporté une; mais il n'a pu obtenir la permission de l'introduire. (b) Il est persuadé que si on l'avait vue, on en aurait fait construire de semblables & le goût s'en serait propagé. Il y en a bien une au Conservatoire; mais elle est mal faite.

Les poêles valent beaucoup mieux que les cheminées, quant à la quantité de chaleur qu'ils procurent, surtout lorsqu'ils ont des tuyaux calorifères d'une capacité suffisante. Ceux à la Desarnod ont dans leur intérieur, plusieurs rangs de tuyaux où l'air circule & qu'on peut regarder comme une chaudière à air; toutefois il faut qu'ils présentent une grande surface pour être bien profitables; car une

(b) Un dessin exact aurait pu y suppléer; on l'aurait construite en France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

22e. Leçon.

Surface d'un mètre quarré parcourue par un air chaud ne laisse passer qu'un 10e de la chaleur qu'elle donnerait étant parcourue par un semblable volume d'eau à la même température que l'air. Les tuyaux doivent donc avoir un grand diamètre & être superposés les uns sur les autres, en communiquant par une de leurs extrémités avec l'air extérieur. Il faut aussi qu'ils soient dans une situation verticale

* ou du moins peu incliné, et non horizontale, comme autrefois, pour faciliter davantage la circulation de l'air.

Dans quelques ateliers à vapeurs, et notamment dans une fabrique de MM. Dermont maire de Vienne, manufacturier aussi éclairé que zélé pour les progrès de l'industrie, on a adopté cette disposition de plusieurs tuyaux pour les chaudières à vapeur; il en résulte cet avantage qu'on peut faire subir aux tuyaux une plus grande tension de vapeurs qu'à une chaudière de forme prismatique, qui ne supporte guères qu'une pression de 2 mètres au delà d'une atmosphère.

Il est d'autant plus nécessaire de faire circuler beaucoup d'air dans les tuyaux, que ce fluide n'est nullement conducteur de la chaleur; il la transmet & ne la conduit pas; la chaleur rayonnante le traverse sans l'échauffer. Il n'en est pas de l'air comme des métaux, une barre de fer, par exemple, dont une extrémité est tenue dans un foyer, s'échauffe bientôt dans toute sa longueur; mais d'autres corps sont aussi de mauvais conducteurs du calorique tels que le verre, le bois bien sec, le charbon, &c.; l'a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est le plus mauvais de tous.

L'air qui traverse un tuyau où il entre froid, n'en sort pas très-chaud, le tuyau fût-il exposé au feu le plus ardent; pour qu'il s'échauffe, il faut qu'il s'agite en tout sens dans le tuyau.

Une disposition qui paraît propre à produire cet effet, consisterait à placer des rognures ou copeaux de métal dans les tuyaux; l'air les heurterait dans son passage et y éprouverait ce mouvement favorable à son échauffement. Mais il faudrait augmenter le diamètre des tuyaux afin qu'il pût toujours s'y écouler une quantité d'air proportionnée aux autres dimensions de l'appareil.

Dans les appartemens échauffés par la bouche d'un calorifère, il faut qu'il y ait une ouverture par laquelle l'air chaud fourni par cette bouche puisse sortir après avoir traversé l'appartement; l'ouverture doit donc être à l'endroit le plus éloigné de la bouche de chaleur et à peu près de la même dimension, parce qu'il faut qu'il sorte autant d'air que le calorifère en introduit dans l'appartement; sans cela, ce serait comme une bouteille pleine d'eau où l'on voudrait en mettre encore, mais inutilement.

Les fourneaux à calorifères doivent être placés plus bas que les appartemens qu'ils sont destinés à échauffer. Ainsi pour chauffer un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rez de chaussée par ce procédé, il faut que le fourneau soit dans la cave. Il convient en outre de combiner les ouvertures avec la direction des vents qui soufflent le plus habituellement. Il n'y a pas de principes généraux à cet égard; il faut raisonner le jeu des calorifères suivant les localités.

Un très-bon moyen de déterminer le tirage des calorifères serait d'avoir un ventilateur, ~~une espèce~~ du genre de ceux qu'on nomme tarares dans les environs de Paris; c'est une espèce de moulinet à quatre ailes fixées verticalement sur un axe, et qu'on met en mouvement avec un moteur quelconque. Avec une semblable machine, on peut facilement porter dans les calorifères tout l'air qu'ils doivent transmettre dans les appartements, quelle que soit la direction des vents. On a employé ce moyen avec succès dans un atelier près de Rouen; c'est un bâtiment de 24 mètres de hauteur, 17 de largeur et 33 de longueur, chauffé par deux calorifères. Le tarare est mis en mouvement par la machine hydraulique qui sert déjà à d'autres usages dans la manufacture.

Il serait possible d'obtenir encore une économie de combustible en faisant rentrer dans le calorifère l'air qui aurait parcouru de 60°

† On peut alors introduire l'air de haut en bas dans les tuyaux calorifères; il s'échauffe beaucoup plus que quand on l'introduit de bas en haut, parce qu'il est d'autant plus ou moins chaud qu'il est plus ou moins près du foyer. or, dans le 1er cas, il a le contact du foyer à la fin de sa course. Mais si on n'y employait pas un ventilateur, il faudrait, pour recevoir l'air chaud à la sortie des tuyaux calorifères, un autre tuyau beaucoup plus long que tous les calorifères ensemble, sinon cet air n'en sortirait pas.

Une disposition analogue conviendrait pour le chauffage de l'eau dans plusieurs circonst., notamment pour des bains; l'eau qui parcourrait ainsi une certaine étendue de tuyaux, même sans s'y arrêter, aurait à sa sortie une température de plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les ateliers & qui s'y trouverait à la température de 15°, au lieu de prendre de l'air extérieur à zéro ; cet air entrerait dans un tuyau dont l'ouverture d'environ 3 décimètres de diamètre, serait à une des extrémités supérieures du bâtiment & qui communiquerait par un conduit souterrain avec le calorifère ; mais il n'en faudrait pas moins que le calorifère fût aussi en communication par un autre tuyau avec l'air extérieur, pour le renouvellement indispensable de l'air intérieur, parce que celui qui retournerait continuellement des ateliers dans les calorifères finirait par n'être plus respirable. On introduirait donc la seule quantité d'air extérieur nécessaire à la salubrité ; les ouvriers seraient, pour ainsi dire, rationnés d'air, mais sans en souffrir ; car il est inutile d'en avoir dix fois plus qu'il n'en faut, comme dans les circonstances dont on a parlé lundi dernier. ~~(Voir 1 Dec.)~~ Quoiqu'on en dise, ce n'est pas le séjour des ateliers qui est malsain pour les ouvriers ; c'est bien plutôt celui de leurs propres habitations.

Le chauffage par les calorifères ne convient pas également à toutes les manufactures, à cause de la sécheresse de l'air & de l'inégalité de température

Dans la pièce où aboutit le calorifère. Il est favorable à celles d'impression sur toiles, mais il est contraire aux filatures de laine et de coton. Le chauffage par la vapeur vaut beaucoup mieux pour ces dernières, parce que la température en est plus égale et que l'intérieur de l'atelier conserve l'humidité dont les matières à filer ont besoin; les métiers de filature n'éprouvent pas non plus cette dilatation inégale qui nuit au jeu de leurs diverses parties, comme dans le chauffage par les calorifères. Les toiles imprimées doivent, au contraire, sécher très promptement, quoiqu'on y emploie quelquefois la chaleur d'un poêle outre celle du calorifère; ainsi la sécheresse de l'air qui résulte de ce dernier mode de chauffage y contribue également. Il est utile aussi de placer dans l'atelier un ventilateur pour agiter continuellement les couches d'air et le rendre plus propre au dessèchement des toiles. Ce procédé convient d'ailleurs dans toute espèce de sécheries, parce qu'on peut mettre au centre même de la chaudière

Les formules tracées sur le tableau n'ont pas besoin de grandes explications pour être comprises. La 1ère indique l'effet d'un calorifère dont les tuyaux, représentant la chaudière à air,

vapeur d'eau qui s'y forme exige beaucoup d'air pour son absorption.

à air, c'est-à-dire, dans les tuyaux calorifères, # un ventilateur qui, par son mouvement, lance l'air du centre contre les parois chaudes. L'air renfermé dans ce réservoir pourrait s'échauffer ainsi 4 ou 5 fois plus que quand il n'est pas agité. La mise en mouvement du ventilateur exigerait peu de puissance mécanique, et il y aurait plus que compensation de la dépense par l'augmentation de chaleur qu'il peut procurer.

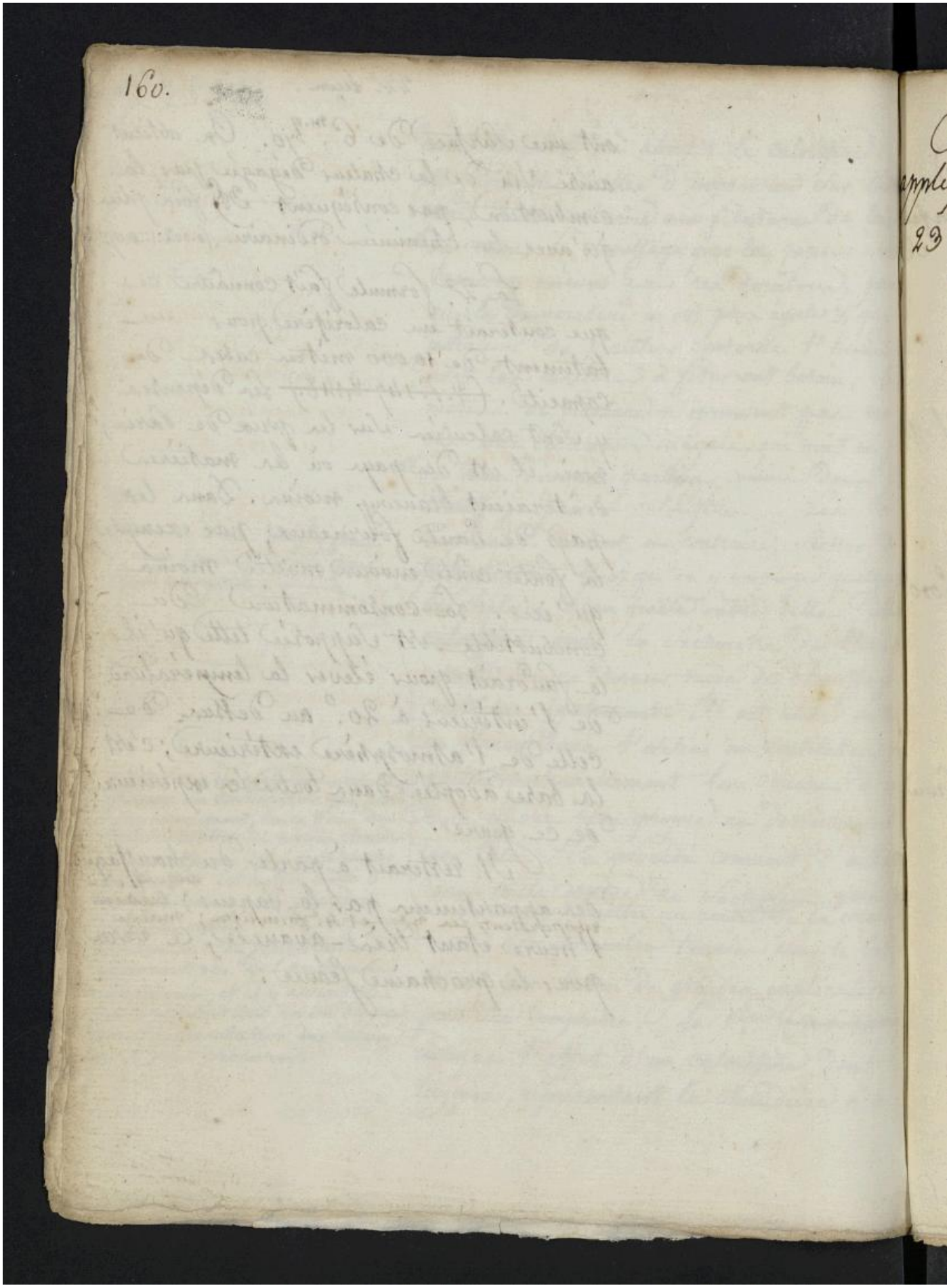
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ont une Surface de 6 m.q 70. On obtient ainsi 1/14 de la chaleur dégagée par la combustion, par conséquent 3 ½ fois plus qu'avec les cheminées ordinaires. (0.002 : 1 :: 0.07 : 35)

La 2e formule fait connaître ce que coûterait un calorifère pour un bâtiment de 10 000 mètres cubes de capacité. ~~(V. f. 147 et 148.)~~ Les dépenses y sont calculées sur les prix de Paris; mais il est des pays où les matières coûteraient beaucoup moins. Dans les pays de hauts fourneaux, par exemple, la fonte coûte environ moitié moins qu'ici. La consommation du combustible est supposée telle qu'il la faudrait pour élever la température de l'intérieur à 20° au dessus de celle de l'atmosphère extérieure; c'est la base adoptée dans toutes les expériences de ce genre.

Il resterait à parler du chauffage des appartemens par la vapeur, auquel se rapportent les 3e et 4e formules; mais l'heure étant très-avancée, ce sera pour la prochaine séance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chimie appliquée aux arts.

23e. Leçon.

Lundi 21 février 1825.

Du chauffage des appartemens par la vapeur.
— Des Séchoirs à la vapeur.

Formules écrites sur le tableau.

1°. Transmission de la chaleur de la vapeur; à travers un mètre quarré de fonte de fer dans l'air à 20°. = 2.K
idem - - - - - de cuivre de 2 millim. id. = 2.100.
(Expérience récente.)

Résultat Anglais pour la fonte sur une grande surface, = 1.K 2 à 1. C. de vapeur.
Un m.c q.é suffit au chauffage de 67 mèt. cb.
(mure épais, atmosphère tranquille.)

2°. Chauffage d'un grand atelier de 10000. mèt cb.
(mure épais.)
Charbon à brûler par jour d'hyver, = 225 K. en 15 heures = 15 K. par heure, = vapeur environ 90. K

Dépense capitale.

Chaudière et fourneau -- 3,500. f. } 17500. f
32000 K.s de tuyaux de fonte 14000. }

Dépense annuelle.

Intérêts à 10 p. 0/0 - - - - - - - - = 1750. "
Réparations et chauffeur - - - - - - 600. " } 4037.50.
150 Journées de combustible à 11.25 = 1687.50

Valeur de la manufacture 600 000 f
Assurance à 6 p. 1000 = 3600. f pour le chauffage ordinaire
à 3 id. = 1800. Différence - - - - - 1800. "

Reste 2237.50.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

23e Leçon.

3° Séchoir à la vapeur. (Calicots.)

Une pièce de calicot appliquée sur une surface égale de cuivre mince chauffée par la vapeur, se sèche en une minute.

Surface de la pièce = 21 m. q. 60.
Eau vaporisée en 1' = 2 K 5 = le poids du coton.
En une heure un m. q. vaporise 7 K d'eau.

En pratique, le contact est imparfait; l'effet n'est que moitié.

4° Séchoir à rouleaux tournans.

10 rouleaux de 3 à 4 décimètres de diamètre, = 5 000 f.
180 pièces par jour de 12 heures.
Revient du séchage d'une pièce = 0 f. 04 c.

5° Séchoir de chemises à la vapeur.

Un mètre quarré de cuivre = 28 chemises par heure.
En pratique = 14.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La leçon d'aujourd'hui terminera ce qu'on s'est proposé de dire dans le Cours de cette année sur l'application, l'emploi & les usages de la chaleur. Ce n'est pas que la matière soit épuisée, mais les questions qu'on passe sous silence ont déjà été traitées dans ~~le cours des années précédentes~~ d'autres cours, et d'ailleurs il reste trop d'objets à examiner encore dans celui-ci pour qu'on puisse s'arrêter plus longtemps à l'étude des phénomènes de la chaleur. (a)

Les applications du chauffage par la vapeur sont très-nombreuses en Angleterre et fort peu en France, quoique ce soit à Paris que les premières recherches ayent été faites à cet égard, par M.r Desormes qui s'en est beaucoup occupé; mais nos compatriotes ont dédaigné les avantages qui en résultent, tout important qu'ils étaient, & les Anglais en ont profité. Il y a environ 23 ans, pourtant, que MM.rs Clément & Desormes ont employé ce mode de chauffage dans une de leurs fabriques; plusieurs années après, ils ont été imités par quelques autres fabricans, principalement pour la teinture; ils se

(a) On aura donc consacré 18 séances à cette étude, puisqu'elle a commencé à la 6.e leçon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

propage même dans cet art, mais trop peu quant au chauffage des ateliers & des appartemens.

Le premier principe à connaître est celui de la surface de métal qui doit transmettre une quantité de chaleur suffisante pour maintenir la température intérieure au degré qu'on désire. Il faut toutefois que cette surface ne laisse passer que de la chaleur & par du tout de vapeur, sinon les appartemens seraient inondés, les meubles & ustensiles endommagés, outre une foule d'autres inconvéniens. Dans une serre chaude, il y en aurait moins; et peut-être encore quelques plantes souffriraient du contact de l'eau très-chaude qui résulterait de la condensation de la vapeur que les tuyaux laisseraient échapper. Il est donc important que toutes les capacités à parcourir par la vapeur soient exactement fermées sur toute la surface qui doit être en contact avec l'air de l'appartement ou plutôt de l'atelier, car ce mode de chauffage est beaucoup plus applicable à ce dernier genre d'édifices. Les dispositions actuelles de nos maisons en rendent l'application très-difficile aux appartemens. D'ailleurs les tuyaux que la vapeur aurait à parcourir devant être suspendus au milieu de la pièce à chauffer, ils y produiraient un mauvais effet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, la chose dont on doit préalablement s'occuper est de déterminer combien il doit passer de chaleur à travers une surface métallique, d'un mètre carré par exemple, qui est en contact, d'un côté avec la vapeur ayant une température de 100° ou un peu plus, et de l'autre avec l'air dont ~~la~~ la température, supposée primitivement à zéro, doit être portée & maintenue à 20° Ctgde.

Il faut aussi connaître le métal qui convient le mieux à cet usage; ce n'est ni le zinc ni le plomb. Le zinc ne vaut rien, parce qu'il laisserait dégager de la vapeur, tant par ses soudures que par les fissures que formeraient sa dilatation & sa contraction successives, ce métal étant très-dilatable. Le plomb présente les mêmes inconvénients, outre qu'il est mauvais conducteur de la chaleur, & qu'il a encore la propriété de se ramollir à une température de 100°. et de se ployer comme une corde; on pourrait, à la vérité, y obvier avec des supports très-rapprochés; mais ce serait un obstacle à la transmission de la chaleur dans l'air. L'étain, qui d'ailleurs est trop cher, ne conviendrait pas non plus. On ne peut donc y employer que le cuivre ou la fonte. La tôle même ne pourrait servir que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans peu de cas, parce qu'elle est difficile à braser & qu'on ne peut réunir les parties de tuyaux qu'avec des clous qui ne ferment pas toujours hermétiquement.

Les feuilles de cuivre à employer pour les tuyaux peuvent être minces, malgré le diamètre assez grand des tuyaux, parce qu'ils n'ont qu'une faible pression à subir; on ne porte guères celle de la vapeur au delà d'une atmosphère. Il suffit donc d'une épaisseur de 2 à 3 millimètres.

La fonte doit être 7 à 8 fois plus épaisse, parce qu'il est impossible d'en faire des lames un peu minces sans y laisser des défauts qui occasionneraient des fissures par lesquelles la vapeur se dégagerait; mais son épaisseur ne nuit pas à la transmission de la chaleur. Son prix étant environ le 8e de celui du cuivre, la dépense serait la même pour des tuyaux de ce dernier métal avec 2 mm. d'épaisseur ou de fonte avec 16 mm. (b) Les résultats sont à très-peu de chose près les mêmes, ainsi qu'on l'a reconnu en recueillant l'eau de la vapeur qui s'est condensée en une heure sur une surface d'un

(b) La dépense serait un peu moindre avec le cuivre, parce que les tuyaux de ce métal coûtant 4f le K.m & ceux de fonte 80c, le rapport des prix est de 1 à 5, tandis que celui des poids est de 1 à 7 ou 8.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètre quarré de chacun de ces deux métaux. Ce moyen est le meilleur qu'on puisse employer pour connaître la quantité de chaleur que la vapeur a abandonnée aux tuyaux qui l'ont transmise à l'air dont la température a été ainsi portée de zéro à 20°. Ces résultats sont indiqués dans la 1.re formule ci-dessus, où l'on voit qu'il s'est condensé 2.k de vapeur avec la fonte & 2.k 1. avec le cuivre. ~~(2.k 1 dit.)~~ Il semblerait pourtant que la fonte devrait transmettre plus de chaleur que le cuivre; car chacun sait qu'on ne ressent celle qu'absorbe un tuyau de cuivre poli que lorsqu'on en est très-près, à moins qu'on n'enveloppe le tuyau d'un morceau de linge ou de drap, ce qui augmente beaucoup le rayonnement de la chaleur. On pourrait en conclure que c'est à tort qu'on regarde ces tuyaux comme peu propres à transmettre la chaleur; mais leur faculté émissive paraît agir de deux manières, par émanation ou rayonnement & par conductibilité; la première, ~~augmente~~ qui est très-faible, lorsque le tuyau est à nu, s'accroît lorsqu'il s'habille, & l'autre diminue. Au surplus comme cette différence en faveur de la transmission de la chaleur par le cuivre n'est pas très-grande, il est à peu près

indifférent d'employer l'un ou l'autre des deux métaux. Cependant le cuivre condense

En Angleterre on admet comme démontré qu'une surface de tuyau d'un mètre quarré transmet, en une heure, la chaleur nécessaire à 67 mètres cubes et élève la température extérieure de 20° de plus que à 1 mèt.; mais les murs des bâtimens ont deux pieds d'épaisseur & sont en brique, par conséquent moins bons conducteurs de chaleur que ceux des maisons de Paris qui sont en plâtras. Cette manière de d'évaluer la transmissibilité de la chaleur par les tuyaux n'est peut-être pas fort exacte; il vaudrait mieux comparer la surface de chauffe avec celle des murs; toutefois la question serait plus compliquée & difficile à résoudre.

Pour tirer le meilleur parti possible du chauffage par la vapeur, il faut que les diverses parties de l'appareil et du bâtiment soient convenablement disposées, afin que la vapeur quitte facilement le distribuer partout & se condenser. Si on pouvait aussi utiliser l'eau chaude qui proviendrait de la condensation, ce serait un avantage de plus; mais à défaut d'un autre emploi, on peut la faire retourner dans la chaudière d'ébullition où il

que la fonte
Il plus de vapeur quand il est recouvert d'une couche de peinture noire à l'huile qui augmente sa faculté émissive; il communique donc plus de chaleur à l'air ambiant; mais il résiste moins bien à la pression extérieure, lorsque le vide y existe après la condensation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faudra moins de chaleur pour la faire vaporiser de nouveau.

Il importe que les tuyaux où la vapeur doit circuler ne conservent pas d'air atmosphérique dans leur intérieur, sinon, la vapeur ne pourrait y pénétrer ou n'en occuperait qu'une partie & ils s'échaufferaient mal. Il ne faut pas non plus qu'il y ait de contre pente dans les tuyaux ; la meilleure disposition est celle d'une grande ligne sans sinuosités qui parcourt chacun des 5 ou 6 étages de l'atelier :

La chaudière doit être placée à l'une des extrémités du bâtiment, avec un tuyau vertical qui s'élève jusqu'au dernier étage & qu'on revêt de maçonnerie, surtout s'il est à l'extérieur. Des tuyaux perpendiculaires à celui-là viennent y aboutir à chaque étage pour en recevoir la vapeur qu'ils doivent transporter dans toute la longueur de leurs étages respectifs ; il convient que chacun de ces tuyaux de communication ait deux branches dont chacune doit être éloignée de l'un des murs, environ à un tiers de la distance totale des deux murs. Pour augmenter leur rayonnement, on peut les envelopper de lisières de draps, ~~(Voir 167)~~ comme on l'a dit ci-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

23e Leçon.

La dilatation que les tuyaux éprouvent peut aller jusqu'à un décimètre & plus, sur une longueur de 60 à 70 mètres; il ne faut donc pas les gêner dans leurs mouvemens par des supports fixes; on se sert à cet effet de colliers qui les soutiennent & qui sont attachés à une tige mobile, & suspendue au plancher; en s'allongeant, le tuyau entraîne la tige et la ramène à son point quand il se contracte. Les tuyaux peuvent être disposés de manière à se fermer d'eux-mêmes, lorsque leur dilatation est à son maximum.

L'eau provenant de la vapeur condensée est distillée & pourrait servir à plusieurs usages; il y a des robinets sous les tuyaux pour la recueillir; mais il est souvent plus profitable de la rendre à la chaudière, soit au moyen d'une légère inclinaison qu'on donne aux tuyaux de transmission de la vapeur, soit par d'autres tuyaux qui communiquent avec les robinets.

On a démontré, dans la dernière séance, combien les poêles sont supérieurs aux cheminées, & les calorifères aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poêles ; mais le mode de chauffage par la vapeur est lui-même bien supérieur à celui des caloriphères, puisqu'on peut obtenir la moitié de la chaleur dégagée dans le foyer pour produire cette vapeur. Il est vrai aussi que l'établissement des appareils est beaucoup plus dispendieux. Il en a été construit un, il y a peu de temps, dans une manufacture appartenant à MM. Jobert & Bernaux ; il a coûté 30000 f. Un autre qu'on doit construire incessamment dans une filature près de Rheims, coûtera 45000 f ; mais ce n'est qu'avec de grands capitaux qu'on fait maintenant de grandes choses.

Les filatures actuelles sont d'autant plus faciles à chauffer qu'il ne faut pas en renouveler l'air souvent, parce que tout s'y exécutant par des machines, il n'y a qu'un très-petit nombre d'ouvriers.

Les résultats indiqués dans la 2e formule sont ceux qu'on obtient dans la filature de M. Samuel Joly, à S. Quentin. La dépense la plus considérable est celle des tuyaux, parce qu'il leur faut une très-grande surface & par conséquent un grand diamètre. La transmission de chaleur par une surface plongée dans l'air n'est que le 50e de celle d'une surface plongée dans l'eau. En Angleterre, elle est moindre encore puisque l'eau condensée n'est que de 1K2 à 1K6 par mètre carré & par heure. (V. la 1e

formule de la 23.e leçon et la 3.e de la 22.e V. aussi la 4.e de la 11.e leçon, pour la quantité de vapeur condensée par une surface plongée dans l'eau.)

La chaudière & le fourneau n'ont pas besoin d'être d'une très-grande dimension. Il suffit aussi de produire la vapeur à basse pression.

Outre la diminution de dépense en combustible, un avantage bien important qui résulte de ce mode de chauffage est d'être à l'abri de tout danger d'incendie sous ce rapport. Cependant comme le danger subsiste toujours relativement à l'éclairage, on ne porte qu'à la moitié la diminution de la prime d'assurance contre l'incendie, en déduction de la dépense du chauffage. Mais l'interruption de travail après un incendie cause une perte bien plus grande, tant pour le fabricant que pour les ouvriers qu'il emploie. Les assureurs n'en payent que la valeur intrinsèque, et la fabrique ne peut pas être reconstruite immédiatement après. C'est une chose fort déplorable pour toute une population que le chomage, quelle qu'en soit la cause.

Avec les données qui précèdent, nous pourrons facilement résoudre nous-mêmes la question du chauffage d'un grand salon par la vapeur, dont les résultats sont énoncés dans la 4.e formule de la dernière séance. Mais ce chauffage n'est pas sans difficulté, ainsi qu'on l'a dit plus haut. On ne peut pas souder les tuyaux de cuivre avec de l'étain, parce que la vapeur détruit promptement cette soudure. (V. la 13.e leçon.) Il faut nécessairement les braser avec du cuivre même. On peut aussi en relever les extrémités en forme de collets qu'on assujettit avec une bride en fer, après avoir mis entre les deux collets, une plaque de plomb, ou une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

feuille de carton frit dans de l'huile de lin cuite avec 1/8 de son poids de litharge. Les tuyaux ainsi réunis sont imperméables à la vapeur.

La situation horizontale ou légèrement inclinée à l'horizon est la meilleure qu'on puisse donner aux tuyaux. Lorsqu'ils sont disposés verticalement l'eau provenant de la vapeur condensée tombe goutte à goutte et fait un bruit souvent fatigant pour l'oreille. C'est ce qu'on peut remarquer au foyer de l'opéra* qui est chauffé par ce procédé; les tuyaux de transmission de la vapeur sont placés dans les colonnes et par conséquent dans une situation verticale. M. Cinqgrant dit l'avoir éprouvé lui-même dans [illegible]

Il faut par une grande surface de tuyaux pour chauffer un salon de 320 mètres cubes destiné à contenir 50 personnes, parce que la chaleur qu'elles dégagent elles-mêmes par l'acte de la respiration est plus que suffisante pour compenser celle qu'exige le renouvellement de l'air et celle qui se perd par les parois du salon. D'après la quantité bien connue d'oxigène absorbé dans la respiration on estime à 176 calories la chaleur dégagée par individu et par heure. C'est 8800 calories pr. 50 personnes. (V. La Cte. Ch. 22e Leç. p. 148.) Ceci d'ailleurs n'a pas besoin de démonstration c'est un fait confirmé par l'expérience journellement que nous faisons tous journellement.

En disposant les tuyaux horizontalement, il convient d'agrandir autant que possible les ouvertures d'introduction de la vapeur, afin d'éviter les sifflements qu'elle produit en y entrant.

* Son cabinet où il a fait des expériences de ce genre.
Dans les tuyaux disposés horizontalement la vapeur fait un peu de bruit quand elle va dans une direction opposée à l'eau condensée; mais on n'entend rien lorsqu'elles vont dans le même sens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

23e. Leçon.

On employe aussi des appareils analogues dans les sécheries de toiles, en appliquant immédiatement la toile sur les tuyaux qui renferment la vapeur. On pourrait même se servir à cet effet de ceux qui chauffent un atelier; mais on se sert préférablement de machines spéciales; les meilleures sont à rouleaux tournans, telles qu'on les fabrique à Cernay près de Mulhausen. Ce sont des cylindres creux disposés horizontalement, sur lesquels la toile passe successivement, après avoir été déjà soumise à l'action d'une presse qui lui enlève les 2/3 de l'eau qui reste ordinairement après le lavage. Il ne faut pas plus de deux minutes pour sécher complétement par ce procédé une pièce de plus de 21 mt. q.s, lorsqu'elle ne conserve plus que le 1/3 de l'eau qui forme un poids égal à celui du coton de la pièce même. Il est important toutefois de bien exprimer préalablement toute l'eau surabondante, sinon, il faudrait plus de temps et par conséquent plus de chaleur pour la sécher. Il en est de même de plusieurs autres opérations du même genre, entre autres dans la fabrication du papier; la manière dont on enlevait l'eau autrefois

Dans quelques ateliers, # Il y a deux cylindres l'un dans l'autre; le cylindre extérieur, sur lequel on fait passer la toile, est en bois; il est mobile et tourne sur des collets à ses extrémités; le cylindre intérieur est en cuivre; il est fixe et destiné à la transmission de la vapeur qui échauffe en même temps le cylindre en bois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avant de porter le papier au séchoir était très-défectueuse ; il en résultait presque toujours un déchet de 12 à 15 gr. %, parce que le papier était encore trop humide ; il fallait en outre de vaster séchoirs et plus de soins ; maintenant tous ces inconvéniens ont disparu depuis qu'on se sert de presses hydrauliques qui valent beaucoup mieux que les grosses à vis. On a donc pu employer #

Les résultats de l'emploi des séchoirs par la vapeur sont indiqués dans les 3e & 4e formules ci-dessus. ~~(V. p. 162.)~~ Il n'y a rien à y ajouter. On voit que ce procédé est très-économique, puisque la dépense n'est que de 0f. 04c. par pièce de toile, même en réduisant l'effet de moitié, pour la différence de la théorie à la pratique.

Les cylindres sur lesquels on applique la toile dans toute l'étendue de leur surface, sont mobiles comme on vient de le dire sur un axe, et on les échauffe par la vapeur qui les parcourt intérieurement. Leur disposition est telle que chaque partie de la pièce de toile occupe successivement toute la circonférence de chacun d'eux & qu'elle est complètement sèche lorsqu'elle est parvenue au dernier, ce qui s'exécute en deux minutes au plus. Toute l'eau que contenait la pièce se vaporise. ## ⊏

Jeudi prochain on traitera de l'air atmosphérique.

à d'autres usages les bâtimens spacieux dont on avait besoin pour étendre le papier, et on a donné ainsi plus d'extension à l'établissement.

Les séchoirs de poudre à canon peuvent aussi être chauffés par la vapeur. Ce procédé serait bien préférable à celui qu'on suit encore dans plusieurs poudreries où l'on tient un poêle chauffé au rouge à un demi-mètre environ de distance du tablier sur lequel la poudre est étendue ; mais il faut en outre un courant d'air pour entraîner la vapeur humide qui émane de la poudre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

176.

Chimie
Appliquée aux arts.

24e Leçon.

Jeudi 24 février 1825.

De l'air atmosphérique. — De diverses applications du vide. — De l'humidité de l'air. — Des séchoirs à froid. — De la vitesse du vent.

Formules écrites sur le tableau.

1° Quantités d'eau contenues dans l'air atmosphérique.
(Pression ordinaire, température = 20°)
A divers degrés de l'hygromètre de Saussure.
Par mètre cube.

	Gm.		Gm.
A 10°	= 0. 708.	à 60°	= 7. 212.
20.	= 1. 689.	70.	= 9. 865.
30.	= 2. 780.	80.	= 12. 469.
40.	= 3. 968.	90.	= 15. 073.
50.	= 5. 402.	98 à 100.	= 17. 186.

2° Séchoir à froid par le vent.

Hauteur intérieure 1m. } 1m.q.
Largeur & longueur 1m. } 1m.q.
Ouverture libre = 1/2 = 75 m.q. } 900 mt. cb. air passé en 1"
Vitesse du vent par seconde = 12 mt. }
État de l'hygromètre. (Après, = 30° Eau = 12. 469.
Avant, = 60. id = 7. 212.
Eau enlevée par mètre cube 5. 257.
Pr 900 mt. cb. = 900 × 5. 257 = 4K. 731. par"
et en une heure = 4. 731 × 3600 = 17031K
Nombre de pièces étendues = 300 à 3K. = 900K.
Durée du séchage = 0h 53 = 3h 18.

3° Pression du vent sur un mètre quarré.

Vitesse = (1 mètre. 0K. 112. / 5. 2. 800 / 10. 11. 225 / 20. 44. 900) = Pression = Vitesse (30m. 101K. 025 / 40. 179. 600 / 50. 280. 000) Pr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avant de s'occuper de l'objet de ces formules, le Professeur a parlé de divers autres emplois de l'air atmosphérique, principalement en ce qui concerne le parti qu'on peut en tirer dans les arts, après avoir fait le vide, quoique la plupart des procédés qui en résultent soient maintenant abandonnés ou peu suivis. Les notions qu'on acquiert en Physique sur les propriétés de ce fluide doivent, a-t-il dit, nous faciliter l'intelligence des applications qu'il va faire connaître.

La première idée de l'emploi du vide atmosphérique dans les arts est due à Montgolfier, l'Inventeur des aérostats. Il le fit servir à la gravure des caractères d'imprimerie en coulant du métal fondu sur des moules de terre qui étaient sous le récipient de la machine pneumatique où l'on faisait le vide; en rendant l'air, la pression qu'il exerçait sur le métal coulé lui donnait la forme tracée sur le moule qui présentait ainsi une planche semblable à celles qu'on emploie dans les Stéréotypes. Ce procédé grave sur le métal l'empreinte des traits les plus déliés; mais il faut se servir d'un métal très-fusible, tel que celui connu sous le nom d'Alliage de Darcet. Il est probable qu'on l'employerait quelquefois avec succès, surtout pour des ouvrages un peu délicats.

En Angleterre et en Ecosse, on a aussi appliqué l'usage du vide atmosphérique à la teinture des toiles, des mouchoirs &c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

24e Leçon.

Il y avait une machine de ce genre chez Mr. Monteith, manufacturier à Glasgow. Elle se composait d'abord d'une feuille de plomb ayant les dimensions d'un mouchoir seulement et gravée en creux, à la profondeur d'environ deux millimètres; la gravure formait un grand nombre de petits carrés, tous percés au milieu ~~au milieu de chaque carré était~~ d'un trou destiné à faire passer l'air; une autre feuille de plomb, gravée de même que l'autre, mais sans trous, se plaçait sur celle-ci & y coïncidait parfaitement; un tube adapté au milieu de la feuille supérieure communiquait avec plusieurs tuyaux & ceux-ci avec des vases contenant divers liquides, les uns colorés les autres non. On mettait des mouchoirs ~~teints~~ entre les deux planches ou feuilles de plomb, puis on les pressait fortement pour que le tissu se logeât dans les creux gravés dessus & dessous; on faisait ensuite le vide sous la planche inférieure, & au moyen du tube de la planche supérieure on faisait couler du chlorure de chaux qui traversait le tissu dans toute son épaisseur à chaque carré; on faisait succéder ~~de~~ une quantité d'acide sulfurique non concentré au chlorure qui en était décomposé; le chlore ainsi mis à nu détruisait la couleur rouge; enfin on lâchait un autre robinet qui versait de l'eau sur les mouchoirs pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laver. On pouvait aussi y faire parvenir une couleur quelconque pour remplacer le rouge qui avoit disparu. Tout cela se faisait au moyen d'une presse hydraulique qui suffisait pour une douzaine de mouchoirs placés l'un sur l'autre, entre deux feuilles de plomb; tout le mécanisme était sous terre; deux hommes en faisaient le service, et l'effet était produit en quelques minutes.

Ce procédé, tout ingénieux & avantageux qu'il paraît, est pourtant abandonné maintenant & remplacé par un autre où l'on emploie l'acide oxalique & d'autres agens chimiques. Ce dernier procédé est dû à M. Daniel Koechlin.

En faisant couler de l'acide nitrique sur une toile bleue placée entre deux planches gravées d'un dessin quelconque, la toile devient blanche là où pénètre cet acide qui a la propriété de détruire l'indigo, puis on y introduit une couleur jaune qui se fixe sur les dessins blancs; mais par le procédé de M.r Koechlin, on peut faire des dessins jaunes sur diverses couleurs, sans qu'il soit nécessaire de les détruire auparavant. On y emploie un mélange de nitrate de.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plomb & d'acide tartareux broyés avec de la gomme, & on l'applique sur la toile où l'oxide de plomb doit produire le jaune; on porte ensuite la pièce dans une dissolution de chlorure de chaux qui décompose en même temps le mélange & la couleur primitive de la toile, en n'y laissant que l'oxide de plomb pour former le jaune. Cependant c'est un tour de force que de ne faire ainsi qu'une opération; il vaut mieux en faire deux; la 2e consiste à passer la toile dans un bain de chromate de potasse.

L'usage alternatif du vide & de la pression atmosphérique peut être employé avec succès pour introduire une matière colorante dans une substance compacte, telle qu'une agate, dont la surface polie a néanmoins des pores qui contiennent de l'air qu'on peut en expulser et remplacer par un autre corps. Voici comme on y procède.

Après avoir purgé d'air un vase renfermant de l'huile, on y met l'agate & on fait le vide une seconde fois; l'air se dégage des pores de l'agate où il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre de l'huile aussitôt qu'on a rendu la pression atmosphérique ; on met ensuite l'agate dans l'acide sulfurique qui s'insinue aussi dans ses pores et y charbonne l'huile ; il se fait donc des taches noires et de dessins variés sur la surface de cette pierre. # On peut aussi décolorer les agates par des moyens analogues, par exemple, avec l'acide hydrochlorique.

Ces taches ne pénètrent que la pénètrent à plusieurs millimètres

Mais un des emplois les plus importans du vide et de la pression atmosphérique est dans l'accélération du terrage du sucre. On sait que le terrage consiste à enlever au sucre les matières colorantes qui s'y trouvent, ce à quoi l'on parvient en versant une eau où l'on a délayé de l'argile sur le sucre dans des vases de terre cuite ; quelque fois on dissout du sucre dans cette bouillie argileuse, afin qu'elle # ne dissolve pas celui qu'elle traverse et qu'elle doit purger seulement de ses principes colorans.

l'eau s'infiltre et entraîne avec elle la mélasse qu'elle rencontre ; elle s'écoule ensuite par le petit trou pratiqué à la pointe du vase qui présente la forme d'un cône renversé. Cette filtration est fort longue, à cause de la viscosité du sirop ou de la mélasse, quoiqu'on entretienne une température de 25° au moins, dans les greniers à terrage, pour diminuer cette viscosité. On pourrait donc accélérer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

24e. Leçon.

l'écoulement de ce sirop en plaçant le bout de chaque forme à sucre sur un vase ouvert & posé sur la platine d'une machine pneumatique, avec laquelle on ferait le vide. Dans une grande manufacture, toutes les formes pourraient être placées en même temps sur le récipient d'une seule machine dont la pompe serait proportionnée à la quantité des formes soumises au vide.

Ce procédé, dont on a fait l'essai à Paris, il y a quelque temps, n'a pas réussi, & on l'a abandonné; mais c'est surement parce qu'on s'y est mal pris. On le trouverait très-avantageux s'il était exécuté sur de bons principes.

L'art de la papeterie fournit aussi les moyens d'employer le vide, pour une opération analogues à celle dans laquelle on l'emploie pour le terrage du sucre, c'est en le substituant au mode actuel de faire égoutter la pâte dont on fait le papier. On l'a adopté dans quelques fabriques en Angleterre; mais notre Confrère ne peut en décrire le procédé, parce qu'il ne l'a pas vu exécuter.

Il n'a pas vu non plus celui dont on fait usage à la monnaie de Londres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il sait seulement que les balanciers sont mis en mouvement au moyen du vide produit par la vapeur. Le mécanisme en est tout-à-fait invisible pour les Spectateurs.

On a aussi essayé l'emploi du vide pour transmettre le mouvement dans de grands ateliers, principalement pour les métiers mécaniques à tisser. Une pompe placée de chaque côté du métier était remplie par un piston dont la chûte, produite par le vide, faisait couler la navette du côté opposé & élevait en même temps le piston de l'autre pompe qui, en s'abaissant ensuite, ramenait la navette de son côté; puis le même mouvement alternatif recommençait indéfiniment. Cette idée semble excellente; cependant le procédé qui avait parfaitement réussi sur un métier, a échoué en grand. Les auteurs n'ont pas fait connaître la cause de son succès; il eût été à désirer qu'elle fût connue, parce qu'on aurait pu faire en sorte de l'éviter dans une nouvelle tentative.

Le Professeur s'est borné à des notions sommaires sur ces diverses applications du vide auxquelles il a néanmoins consacré la plus grande partie de la Séance; ce n'était cependant qu'un hors d'œuvre pour ainsi dire, puisqu'elles ne se rattachent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à aucune des formules qu'il avait écrites sur le tableau. ~~(1.1.16.)~~ L'explication de ces formules a terminé la leçon. Elles ont pour objet l'examen des effets de l'humidité du vent dans l'atmosphère.

Lorsque l'air est bien sec, c'est le moyen le plus puissant pour sécher; alors il est inutile de recourir aux séchoirs artificiels, si ce n'est dans quelques circonstances; mais comme l'air est plus souvent humide que sec, on est fréquemment obligé d'employer ces séchoirs.

La 1.re formule fait connaître les différens degrés d'humidité de l'air atmosphérique, suivant des expériences bien constatées sur l'hygromètre de Saussure.

La 2.e donne les résultats qu'on obtient dans un séchoir lorsque l'hygromètre est dans l'atmosphère à 60.° ce qui est regardé comme un état de sécheresse pour l'air.

Dans un séchoir des dimensions indiquées et dont l'ouverture libre est réduite à moitié, à cause des objets qu'il renferme, le vent ayant la vîtesse ordinaire de 12 mètres par seconde, il passe 900 mètres cubes d'air en une seconde; or l'air qui, avant son entrée dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Séchoir n'avait que 7 Gm 212 d'eau par mètre cube, à 60° de l'hygromètre, et qui, après l'avoir traversé, marque 80° = 12 Gr 469 d'eau, en a donc enlevé 5 Gr 257 à l'étendage; ainsi 300 grains de calicot du poids de 3 K chacune et contenant un semblable poids d'eau (V. la 23e Leçon) peuvent être séchées en 32 minutes environ par ce procédé; cet effet est bien supérieur à celui que peut produire un courant d'air chaud. Cet artifice est surtout dans les pays méridionaux qu'on peut le plus fréquemment l'employer.

Il est néanmoins certaines opérations pour lesquelles un séchoir à air chaud est indispensable: telles sont par exemple, la peinture en rouge d'Andrinople, et toutes celles où l'on emploie l'huile qui a besoin de chaleur pour s'oxigéner et acquérir le degré de siccité nécessaire; c'est une espèce de combinaison chimique qui ne peut se faire à froid.

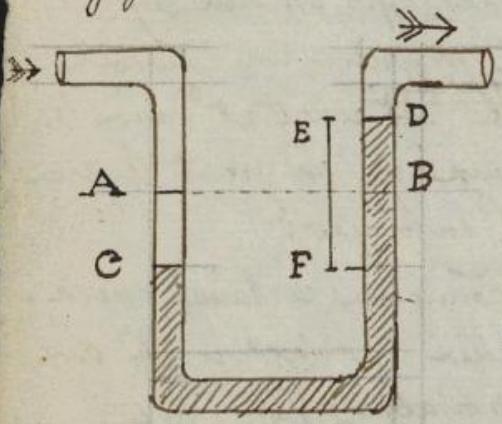
La 3e formule a pour objet d'indiquer la force avec laquelle l'air presse une surface d'un mètre quarré, suivant les divers degrés de vîtesse du vent par seconde. Cette force de pression augmente comme le carré de la vîtesse; ainsi avec un mètre de vîtesse, elle n'équivaut qu'à 0 K 112 et avec 5 mètres, à 2 K 800 = 112 X 25.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

24.e Leçon.

, Si donc le vent avait une vitesse de 30 mètres, un homme de moyenne taille qui appr présente une surface d'environ un mètre quarré, pourrait être enlevé par ce vent qui le pousserait avec une force de plus de 101.k Il est extrêmement rare d'en éprouver d'aussi violens. (a)

Fig. N.o 14.



On mesure la vitesse du vent avec le tube de Pitot, fait comme on le voit, fig. N.o 14. Il est à peu près gros comme le doigt, on y verse de l'eau qui, avant l'expérience est de niveau dans les deux branches, soit en A B; mais l'air y entre & refoule l'eau qui descend d'A en C & remonte de B en D; la colonne E F ou la différence de niveau fait connaître que la vitesse du vent est égale à celle de l'eau tombant de cette hauteur, au moyen de la formule expliquée dans l'une des leçons précédentes (la 7.e) Supposons que cette colonne E F = 0.m 05, elle équivaudra à une colonne d'air de 38.m 50 = 0.05 X 770; or en multipliant celle-ci par 19.62 d'après la formule citée, la racine carrée du produit = 27.m 50 = la vitesse du vent. Tel est le résultat d'une expérience de ce genre faite par notre professeur au Jardin des Tuileries en 1802. le vent était un des plus violens qu'on eût jamais vus.

Lundi prochain, il traitera de l'air sous le rapport de la salubrité.

(a) Un tel vent ferait plus de 27 lieues à l'heure. 30 X 3600 = 108000 met. = 55 lieues. Il y en a quelquefois de semblables sous la zone torride.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

239 187.

Chimie
appliquée aux arts.

2.e Leçon.

Lundi 28 février 1825.

Suite de l'air. — Des causes qui l'altèrent et des moyens de le purifier. — Des appareils fumivores.

Aujourd'hui il n'a rien été écrit sur le tableau.

La question de la salubrité de l'air dont nous avons à nous occuper dans cette séance, a déjà été traitée en partie dans celles qui ont été plus spécialement consacrées à l'examen des modes de chauffage des habitations. (Les 21.e & 22.e) ~~et 23.e~~

On a dit que la quantité d'oxigène absorbée par la respiration d'un homme en 24 heures, est de 0.m.c 800. ou 800 litres correspondant à 0.m.c 300. d'air atmosphérique; mais on a fait observer aussi que cette stricte quantité d'air serait loin de suffire pour que l'atmosphère dans laquelle un homme serait plongé conservât le degré de salubrité indispensable à la vie. On en fait l'expérience fréquemment dans les Cours de Physique sur la combustion d'une bougie & sur la respiration d'un animal, tel qu'un oiseau, sous une cloche pleine d'air; la bougie s'éteint & l'oiseau meurt, lorsqu'il n'y a encore que le quart d'oxigène absorbé, ou tout au plus le tiers, suivant le plus ou moins d'intensité de l'action vitale de l'animal soumis à l'expérience. Il faut donc au moins quatre fois autant d'oxigène que la respiration en absorbe. Au surplus

25.e Leçon.

ce n'est jamais l'oxigène qui manque à l'air atmosphérique; Son insalubrité tient à d'autres causes, et principalement aux matières hétérogènes qui y sont mêlées, telles que l'acide carbonique, les émanations acides de la fumée, l'hydrogène carboné ou sulfuré, et une foule d'autres substances délétères.

D'après ces proportions, un cabinet de la capacité de 31 mètres cubes qui serait exactement fermé et où l'air ne pourrait se renouveller, n'aurait que la quantité de ce fluide nécessaire à la respiration d'un homme pendant deux jours; mais il n'en existe jamais avec cette fermeture parfaite; il y a toujours quelque courant d'air par les jointes des portes, des croisées &c. l'air extérieur, plus dense que celui du cabinet, y entre par les jointes inférieures, tandis que l'air intérieur en sort par les jointes supérieures. Cependant il ne faut pas qu'il y ait de feu dans ce cabinet supposé sans courant d'air; s'il y en avait un seulement de 3 K.rs de Charbon à l'heure l'air qu'il contiendrait serait entièrement vicié en moins d'un quart d'heure, et l'individu qui, sans feu, aurait pu y vivre pendant deux jours, se trouverait asphixié dans ce court espace de temps qui n'est que la 200.e partie de celui que la respiration aurait employé pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

occasionner à l'air le même degré d'altération; c'est la combustion rapide du charbon qui en absorbe ainsi l'oxigène pour former de l'acide carbonique. En outre, le charbon qui peut être humide ou imparfaitement carbonisé produit encore de l'hydrogène carboné qui corrompt l'air bien davantage et qui agit comme un poison sur les organes des animaux. (a) Toutefois, ces résultats funestes n'ont lieu que dans un espace limité; car si le foyer se trouve dans une atmosphère n'ayant même qu'un très-petit mouvement, l'air n'en éprouve qu'une légère altération.

L'acide carbonique que la combustion répand dans l'atmosphère est trop peu abondant pour y produire des effets sensibles. On a reconnu, par des expériences faites à Paris, qu'il ne forme qu'environ les 0.0003 de l'air. Une de ces expériences, faite par M. Clément, a eu lieu au Palais Bourbon, un jour d'hyver où il faisait très-grand froid, le vent étant au Nord-Est & ayant une vîtesse de 15 mètres par seconde. On avait supposé que l'air imprégné d'acide carbonique s'élevait de 28 à 30 mètres au dessus

(a) Puisque l'acide carbonique suffit pour asphyxier, cela explique les accidens de ce genre que l'on éprouve quelquefois avec un feu de charbon bien calciné, tel que la braise des boulangers &c. N'en suivrait-il pas que l'asphyxie occasionnée par la braise serait moins douloureuse et par cela même plus difficile à éviter?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du Sol, & que celui dont il se servait avait parcouru une distance d'environ 6000 mètres depuis l'extrémité N. E. de la ville jusqu'au lieu de l'expérience. Il fit passer 20 mètres cubes de cet air dans de l'eau de baryte dont l'affinité pour l'acide carbonique est très-grande, & il trouva qu'elle en avait absorbé ~~environ~~ 0.0003 de l'air qui l'avait traversée.

De semblables expériences faites par M. Théodore de Saussure lui ont donné 0.0004 pour résultat, dans des circonstances à peu près égales, et 0.0007 sur l'air recueilli dans les champs à la surface des plantes, parce que les végétaux, hors de l'influence solaire, dégagent beaucoup d'acide carbonique. (b)

L'air des théâtres & autres lieux renfermant un grand nombre d'individus n'est pas altéré par le défaut d'oxigène, car il y a toujours quelques moyens de le renouveller; ce sont les exhalaisons animales qui le corrompent. Des fenêtres qu'on tient ouvertes, les joints des portes et d'autres ouvertures font

(b) Cependant la plupart des physiciens évaluent généralement à 0.001 la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air atmosphérique; c'est 3 fois plus que ce que M. Saussure dit avoir recueilli.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autant de ventilateurs naturels qui contribuent au renouvellement de l'air ; mais il est quelquefois utile de l'accélérer par des ventilateurs artificiels, surtout dans les lieux de grandes réunions. Le Docteur Désaguliers, célèbre physicien contemporain de Newton, en a imaginé un fort simple qu'on a employé dans la chambre des Communes d'Angleterre ; c'est un ventilateur à force centrifuge, comme un tarare, dont l'axe est vertical et les ailes horizontales ; il est mis en mouvement par un mécanisme semblable à celui d'un tourne-broche, et l'air qu'il agite s'échappe par des ouvertures pratiquées à la circonférence de la salle. ††

On a imaginé un ventilateur d'une autre forme, à double effet & analogue à un soufflet de forge, garni d'un piston ; un seul homme le fait agir & suffit pour introduire en une heure plus d'un million de pieds cubes d'air dans un appartement ; (plus de 34 300 mètres cubes.) Cette quantité est énorme et cent fois plus grande qu'il ne faut. aussi doit-on avoir, dans un lieu semblable, aussi froid qu'en plein air, car quelle chaleur ne faudrait-il pas

†† Le sous-acétate de plomb décèle la présence des matières animales qui existent à l'état de gaz dans l'air corrompu des hôpitaux, et qui se condensent avec la vapeur d'eau que cet air renferme. C'est dans cette vapeur condensée qu'on verse le sous-acétate de plomb. (Procédé de Morgani)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour porter à la température de 20°. une telle quantité d'air par heure! Ce ventilateur a un défaut contraire à celui des Calorifères du Jardin des Plantes dont on a parlé dans une des premières Leçons. (Le 8e.) ~~Il agit sur~~ Son ouverture a plus de 90 pieds quarrés (près de 10 mt. q.) et celle de ces calorifères n'a guères qu'un pouce de diamètre; ainsi, l'une est cent fois trop grande & l'autre cent fois trop petite. On aurait évité ces défauts si on avait calculé avant d'exécuter. (c)

La fumée est une des plus fréquentes causes de l'insalubrité de l'air. On a fait ~~beaucoup~~ des tentatives nombreuses, mais jusqu'à présent sans succès pour les foyers domestiques, sur les moyens d'absorber entièrement la fumée. On avait imaginé à Londres une cheminée dont l'âtre contenait une espèce de corbeille renfermant tout le combustible à consommer en un jour, ~~et qui~~ et dont le fond mobile s'élevait au moyen d'un ressort, au fur & à mesure que la combustion s'opérait, de manière à ce que la couche supérieure de charbon trouvât toujours assez d'oxigène et une température assez élevée pour être brûlée complètement et

(c) Un bon système de ventilation est celui au moyen duquel l'air extérieur afflue dans un appartement par un nombre de variétés tel que la somme de leurs ouvertures soit égale à celle par laquelle s'écoule l'air intérieur; on en détermine la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans produire de fumée; car la fumée n'est autre chose que du charbon gazeux qui ne s'enflamme par faute d'air pur et d'une chaleur suffisante. Quoique cette idée paraisse des plus heureuses, le moyen n'a pas réussi, parce que l'appareil n'a pas encore pu être parfaitement exécuté; ~~le chauffeur~~ son mouvement était toujours gêné & interrompu par les fragmens de charbon qui s'interposaient entre le fond mobile ~~et~~ les parois de la corbeille.

Il se produit ordinairement beaucoup de fumée dans les fourneaux de chaudières à vapeurs, parce qu'ainsi qu'on l'a déjà dit précédemment, la température de la chaudière est tellement inférieure à celle du foyer qu'on peut la regarder comme une glacière, en comparaison du foyer; or comme on ne jette guères moins de 20 K.gr de charbon dans le fourneau, à chaque renouvellement de combustible, il ne peut s'enflammer que par degrés & par conséquent il s'en dégage une matière gazeuse, épaisse et analogue au goudron qui se produit dans la distillation du même combustible. Cette matière est la fumée, car lorsque la combustion est parfaite, il ne se forme que de l'acide

---

courant par une cheminée d'appel où l'on échauffe l'air avec un petit foyer ou par quelqu'autre procédé. Cet air ainsi plus léger, il se dégage et est remplacé par l'air atmosphérique extérieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Carbonique & de la vapeur d'eau, fluides élastiques tout-à-fait transparens.

Les essais qu'on a faits pour détruire la fumée dans les grands foyers ont eu plus de succès que dans les petits; mais c'est en Angleterre qu'on s'en est occupé avec plus de soin que partout ailleurs. Le Parlement, qui saisit avec empressement toutes les occasions d'encourager l'industrie nationale, a fait à ce sujet des enquêtes très-étendues dont les résultats ont été publiés en deux cahiers assez volumineux, où l'on a fait graver aussi tous les appareils fumivores qui ont été proposés à diverses époques & dont les effets ont été comparés.

Au reste, ces procès-verbaux d'enquête dressés par ordre du Parlement, ont lieu pour tous les objets d'intérêt ~~public~~ général; chacun peut se présenter & dire son avis; mais comme on sait qu'ils doivent être imprimés & qu'on s'exposerait à la risée publique si on faisait des observations peu judicieuses, toutes celles qu'ils renferment, ou du moins la plupart, sont parfaitement méditées & raisonnées. Ce sont ordinairement les Ingénieurs de

par exemple — écoulé d'un —

manufacturer que l'on consulte dans ces circonstances ; ils sont très-nombreux en Angleterre & trop peu en France. Le résultat de ces enquêtes leur est souvent fort avantageux, lorsque leurs idées & leurs projets ont ainsi reçu la sanction du public, chacun s'empresse de les employer. C'est ce qui est arrivé à l'Ingénieur Macadam, auteur d'un nouveau mode de construction de routes reconnu supérieur aux anciens procédés ; on a adopté le sien dans toutes celles que l'on construit maintenant.

Cette petite digression avait fait oublier au Professeur qu'il avait mis sous nos yeux le dessin d'un appareil fumivore dont il devait nous expliquer le mécanisme, ce qu'il n'a fait qu'à la fin de la leçon ; mais c'est ici sa véritable place.

La partie apparente de cet appareil est une trémie semblable à celle d'un moulin ; on y met du charbon menu qui tombe peu à peu entre deux cylindres cannelés qu'un moteur quelconque fait mouvoir et entraîne sur quelques ailes en forme de triangle d'où il est jeté sur la grille du foyer ; comme il y trouve toujours une grande quantité de combustible à une haute température, il s'enflamme lui-même sur le champ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et brûle entièrement sans produire de fumée. Il ne tombe de la trémie, par seconde, que la quantité reconnue nécessaire pour entretenir le foyer; ce sera, par exemple, 8 à 9 grammes, si c'est un foyer qui consomme 30 K.gr de charbon par heure. La forme triangulaire des ailes est le seul moyen de le parsemer également sur toute la surface du foyer. Cet ingénieux procédé est tout récent; on doit en faire l'essai dans quelques jours à la Salpetrière de MM. Soubeiran; on nous en fera connaître le résultat. S'il réussit, il aura, outre l'avantage de mettre à l'abri de la fumée, celui de livrer à la consommation l'espèce de charbon dont on ferait le moins de cas et qui deviendra le meilleur: c'est le charbon très-menu qui ne vaut rien pour un foyer ordinaire.

ordinaire; mais on n'aura plus la peine de le concasser pour l'employer avec l'appareil à trémie.

Il existe un grand nombre de moyens de purifier l'air atmosphérique; mais le plus efficace est celui que fournit le chlore, d'après le procédé bien connu de Guyton-Morveau, qu'on a adopté dans les hôpitaux, les amphithéâtres de dissection & autres lieux infectés d'émanations putrides. Cependant le chlore ne convient que quand l'atmosphère est chargée de principes ammoniacaux, tels que ceux qui résultent des substances en putréfaction. Si au contraire elle était viciée par le chlore même ou par l'acide hydrochlorique, ce serait l'ammoniaque qu'il faudrait y répandre pour les neutraliser.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a aussi employé le chlore dans une fabrique de boyaux qui excitte plus de soin & qu'on ne pouvait pas aborder, tant était infecte l'odeur qui s'en exhalait. M. Labarraque, pharmacien, a imaginé de faire jeter du chlorure de chaux dans la cuve où les intestins séjournent, & l'odeur a disparu complétement, ce qui a rendu beaucoup plus facile & moins dangereux le travail des ouvriers de cette fabrique. L'inventeur de ce procédé vraiment utile a reçu une médaille de la Société d'encouragement.

Les miasmes putrides qui se trouvent dans l'air atmosphérique y sont ordinairement très-divisés; mais le chlore à l'état gazeux les atteint avec la plus grande facilité et les décompose. Sa puissance désinfectante est de la plus grande importance dans un grand nombre de cas; cependant on néglige trop souvent d'en user.

Les Anglais emploient l'acide nitrique sur leurs vaisseaux pour purifier l'air; mais par cela même qu'il est liquide, il a moins d'efficacité que le chlore.

Il y a quelquefois de l'hydrogène sulfuré dans l'air; cette substance, l'une des plus délétères qu'il y ait, se produit en abondance dans les grandes villes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

28.e Leçon.

Surtout dans le voisinage des lieux d'aisance & des égoûts. Il s'en dégage, en certains temps, une telle quantité du grand égoût qui traverse Paris, du Fauxbourg S.t Antoine à Chaillot, que la fayence (qui en éprouve le contact en devient toute noire en deux ou trois jours.

Ce n'est pas uniquement par les organes de la respiration que les effets pernicieux de l'hydrogène sulfuré se manifestent; il est également mortel en s'insinuant par les pores de la peau; on l'a reconnu par diverses expériences sur des lapins, dont on a parlé dans une des leçons précédentes; (~~voyez~~ la 4.e) mais les effets sont moins rapides. Au surplus, le chlore le neutralise parfaitement.

A Londres, les égoûts sont construits de manière qu'il ne peut s'en dégager aucun gaz malfaisant. D'abord, ils sont plus multipliés qu'à Paris, et par conséquent on n'y voit pas comme ici, des rivieres au milieu des rues dans les grandes pluies; ensuite, les conduits par lesquels les immondices tombent dans les égoûts, ont leur extrémité intérieure

constamment plongée dans un canal plein d'eau, comme un tube de sureté dans l'appareil de Woulf. Les émanations gazeuses n'ont donc plus d'issue pour remonter dans l'atmosphère. La figure 4e. 15 peut donner une idée de cette disposition particulière des égoûts de Londres. A A est le pavé de la rue; B est le conduit dont l'extrémité inférieure est plongée dans une cavité C toujours remplie d'eau, même quand le canal est à sec; l'espace D D est le canal destiné à contenir les eaux que le conduit apporte et les gaz infects qui s'en dégagent. Or, ces gaz ne peuvent plus s'exhaler dans l'atmosphère, puisqu'il n'y a plus de solution de continuité entre le tuyau et le pavé, l'orifice inférieur du conduit B étant constamment dans l'eau. (d)

Il serait à désirer qu'on adoptât ce mode de construction pour tous les égoûts des villes.

Dans la leçon prochaine on parlera de l'eau et des moyens de la rendre saine par la filtration.

(d) C'est une application de l'appareil de Woulf; on pourrait l'adopter dans la construction des latrines, en faisant plonger dans la matière stercorale le tuyau de descente, et en procurant l'issue des gaz méphitiques au dehors, au moyen de tuyaux d'évent. (V. Mém. de l'Acad. des Sc. 7)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

200.

Chimie appliquée aux arts.

26e Leçon.

Jeudi 3 Mars 1825.

De l'Eau. — Des Substances qui l'altèrent. — Des moyens de l'épurer. — Des filtres. — Des buanderies publiques

Formules et figures tracées sur le Tableau. (cv. la fig. Pl. 16.)

1°. Impureté de la Seine au dessous de Paris

Eaux moyennes = 1200 000 pouces de fontaine à 20 mt. cb = 24,000,000 mt. cb. en 24 heures.

Immondices à 0.K 300 par individu = 350 000.K

Rapport; 24000000 : 350 :: 100000 : 1,46 = 1/6800.

2°. Impureté de l'eau du Canal de l'Ourcq en ce moment.

Verte de savon = 0.K 300 sur 100.K d'eau; elle diminuera successivement jusqu'à égaler l'eau de la Seine.

Grand filtre. (fig. Pl. 16)

A B Tours circulaires en maçonnerie dans l'intérieur desquelles sont les filtres garnis de cailloux et de sable.

C D Tuyaux versant l'eau sur ces filtres.

E Grand puits où se rend l'eau sortant des filtres par des conduits placés à l'extrémité inférieure des tours.

F Tuyau portant l'eau filtrée dans les cuves

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La connaissance de la qualité des eaux est une chose importante dans l'établissement d'une manufacture, parce que la plupart des arts mécaniques ou chimiques exigent une eau très-pure; mais on a souvent à cet égard des préjugés qui ne sont pas fondés. Par exemple, on attribue communément la supériorité de la teinture des Gobelins à l'eau de la rivière du même nom; hé bien! c'est une erreur; cette eau est peut-être la plus mauvaise qu'on puisse employer, car il faut une eau [redacted] pure & limpide pour la teinture sur laine, et celle de la rivière des Gobelins, qui est aussi pure que possible fort au dessus de Paris, comme à Jouy, se charge dans son cours jusqu'à la ville, de plusieurs matières salines & d'immondices qui en altèrent considérablement la pureté. Il est toujours préférable d'avoir de l'eau pure, quoique certaines opérations s'exécutent mieux avec une eau qui ne l'est pas. Il est, par exemple, des eaux qui tiennent en dissolution du carbonate de chaux ou tel autre sel calcaire ayant la propriété de neutraliser l'acide du bois d'Inde, d'où il résulte une teinture noire plus belle qu'avec l'eau pure. Hé bien! dès qu'on connaît la cause de cette supériorité, on peut y suppléer en ajoutant à l'eau qu'on emploie la substance calcaire qui lui manque et dont il ne faut jamais qu'une très-petite quantité.

J'eau parfaitement pure n'existe pas dans la nature, par même l'eau de pluie qu'on recueillerait après avoir coulé sur des toits métalliques très-soignés, semblables à ceux de la nouvelle Bourse de Paris; les matières animales & végétales qui se trouvent dans l'air, & toutes celles que le vent porte sur ces toits, sont dissoutes par l'eau qui, par conséquent, en est altérée. Celle qu'on recueille même en rase campagne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est pas exempte d'altération; car, ainsi qu'on l'a dit dans une des leçons précédentes, Margraff, célèbre Chimiste de Berlin, y a trouvé de l'acide muriatique. (V. la 3.e Leçon.)

Dans les pays granitiques, l'eau est beaucoup plus pure que dans ceux dont le sol est composé de substances calcaires, comme aux environs de Paris. Le département de l'Ardèche est dans le premier cas; aussi l'eau qu'on employe dans la chaudière à vapeur de la papeterie de MM.rs Montgolfier, à Annonay, y dépose si peu de matières étrangères qu'on peut rester plusieurs mois sans la nettoyer; on en retire tout au plus une cuillerée de boue après 2 ou 3 mois de service continuel; et le tube en verre qui sert d'indicateur n'en est pas sali.

Les substances qui altèrent les eaux de rivières sont de plusieurs sortes; les unes y sont en suspension et les autres en dissolution, les premières sont principalement des matières terreuses qui se séparent d'elles-mêmes par le dépôt et la décantation ou par la filtration; mais celles qui sont dissoutes sont des matières salines (ou organiques) qu'on ne peut en extraire que par des opérations chimiques. Il n'y a rien à dire ici sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la manière d'analyser les eaux ; ces procédés sont enseignés dans les cours de chimie générale.

Le dépôt des substances terreuses et insolubles s'opère quelquefois très-lentement ; mais il y a des moyens de l'accélérer. Celui que les Chinois emploient pour clarifier les eaux de la rivière jaune, et qui est rapporté par Lord Macartney, consiste à y jeter de l'alun en poudre ; ces eaux ne sont troubles que parce qu'elles contiennent une grande quantité de matières ferrugineuses, mélangé d'alumine, d'argile et d'oxide de fer, comme la terre à four ; l'excès d'acide de l'alun se combine avec ces matières et il en résulte des sous-sulfates qui se déposent plus promptement. Ce moyen a été aussi employé avec succès sur l'eau de la Seine par un Manufacturier de Rouen.

Quant aux substances organiques dont la décomposition altère l'eau où elles se trouvent, ce n'est ni par les filtres usuels ni par les moyens ordinaires d'épuration qu'on les en sépare.

Les filtres communs sont faits d'une pierre calcaire poreuse, qui est très-abondante dans les environs de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Paris ; c'est un avantage dont ne jouissent par les habitans de Londres. Les filtres sont très-utiles dans l'économie domestique ; ils commencent à se multiplier beaucoup ici. La filtration y est complète sous le rapport de la limpidité de l'eau. Ils durent plusieurs années, & il suffit de les nettoyer tous les six mois pour enlever les matières calcaires qui s'y sont déposées, ce qu'on fait facilement avec de l'acide muriatique ou en les grattant ; ce dernier moyen est plus commode. Il convient qu'il y ait

un petit tuyau, dans un des angles du filtre et dans toute sa longueur, pour ménager une issue à l'air qui se trouve dans la capacité destinée à recevoir l'eau filtrée, et qui serait un obstacle à la filtration, s'il ne pouvait pas sortir.

En France, on n'a pas encore employé la filtration pour l'eau dont on se sert dans diverses manufactures, principalement dans les tapisseries & les blanchisseries, où il faut pourtant une eau très-limpide ; mais on l'a fait en Angleterre. Il y existe une grande blanchisserie de 40000 pièces de cotonnade par semaine, où l'on n'emploie que de l'eau filtrée. La figure tracée sur le tableau représente le filtre de cette manufacture. (~~P. 1. 1007~~ n.° 16) Il a de 30 à 35 mètres d'étendue de A en B ; Deux tuyaux C & D versent l'eau sur les filtres qui sont au dessous & qu'on remplit d'abord de gros cailloux, puis successivement de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus en plus petites jusqu'à la partie supérieure où il y a une couche de sable très-menu; l'eau se rend par les deux tuyaux de l'extrémité inférieure des deux tours intérieures dans le grand puits E, où plonge une branche du tube F qui la porte dans les cuves où elle est nécessaire. Une seule machine à vapeur met en mouvement les pompes qui apportent l'eau dans les filtres et la transportent dans les cuves.

Il semblerait plus avantageux d'opérer la filtration de bas en haut, per ascensum, comme cela s'exécute dans des opérations analogues; mais le nettoyement du filtre en serait bien plus difficile, parce que ce sont les premières couches traversées par l'eau qui sont toujours les plus obstruées; il faudrait alors vider entièrement le filtre pour pouvoir nettoyer les couches inférieures. La filtration de haut en bas est donc plus commode sous ce rapport.

La première formule tracée sur le tableau ~~(V. f. 2 ro)~~ donne une évaluation approximative des impuretés de l'eau de la Seine au dessous de Paris; on voit que malgré la grande quantité d'immondices que reçoit la rivière, elles n'y sont

** L'usage de ces sortes de filtres est assez commun en Angleterre et en Ecosse, surtout à Glasgow où l'eau est toujours noire à cause de la tourbe qu'elle charrie; mais elle est très-bonne après la filtration. M. Clément a vu des filtres de ce genre aussi grands que l'un des moyens bassins des Jardin des Tuileries.

pourtant que dans une très-petite proportion
$= \frac{1}{6800}$. Cela serait presque insensible, si
elles étaient exactement mêlées avec l'eau;
mais c'est ce qui n'a jamais lieu à Paris;
ce n'est qu'à quelques lieues au dessous
que le mélange peut être complet. On a
donc fait une grande faute en construisant
à Chaillot la pompe à feu qui était
destinée à fournir une partie de l'eau
nécessaire à la consommation de Paris,
puisqu'elle se trouve précisément à l'endroit
où la rivière est le plus chargée d'immondices.
Il est vrai qu'on a prolongé, il y a une
vingtaine d'années, jusqu'au milieu de
la rivière le tuyau de conduite qui fournit l'eau à la

on a ainsi éloigné le point de prise d'eau de la Seine de celui où elle reçoit les immondices du 1.er égoût

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pourtant que dans une très-petite proportion
$= \frac{1}{68800}$. Cela serait presque insensible, si
elles étaient exactement mêlées avec l'eau;
mais c'est ce qui n'a jamais lieu à Paris;
ce n'est qu'à quelques lieues au dessous
que le mélange peut être complet. On a
donc fait une grande faute en construisant
à Chaillot la pompe à feu qui était
destinée à fournir une partie de l'eau
nécessaire à la consommation de Paris,
puisqu'elle se trouve précisément à l'endroit
où la rivière est le plus chargée d'immondices.
Il est vrai qu'on a prolongé, il y a une
vingtaine d'années, jusqu'au milieu de
la rivière le tuyau de conduite qui porte l'eau à la
pompe #, qui, auparavant, la prenait au
bord; c'est une amélioration, parce que
l'eau des bords est toujours la moins pure;
mais il vaudrait mieux encore qu'elle fût
à l'extrémité opposée de la ville. (a) Il était
bien superflu de former de grands réservoirs
sur la montagne de Chaillot à 36 mèt. de hauteur,
puisque toute l'eau qu'ils contiennent doit se
consommer à des hauteurs bien moindres;
on a fait en cela une dépense inutile de
force pour l'élévation de ces eaux; d'ailleurs
la machine du même genre que le gros Caillou

on a ainsi éloigné le point de prise d'eau de la Seine de celui où elle reçoit les immondices du grand égout dont il est parlé dans la dernière leçon.

(a) Il conviendrait sans doute aussi qu'elle fût sur la rive gauche, attendu que les eaux de la Seine et de la Marne ne sont parfaitement mêlées qu'au dessous du pont neuf, et que l'eau de la Seine est plus claire que celle de la Marne. On aurait donc eu le double avantage de l'avoir plus pure et à moins de frais, en la prenant avant le mélange qui est retardé par le cours inégalement rapide de ces deux rivières, car la Seine n'a que 0.m 65 de pente par lieue, tandis que la marne en a environ 1.m 63. (2 pieds 4 pouces.)
V. un mémoire inédit publié en 1800 par M. Patte, Architecte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'a pas de semblables réservoirs. (b) Mais si l'on ne pouvait se dispenser d'en faire à celle de Chaillot, on aurait pu, comme à Londres, les proportionner aux diverses hauteurs des quartiers qu'elle devait approvisionner d'eau; il n'aurait fallu que donner un plus grand diamètre aux conduites. (c) Ainsi la construction de la pompe à feu de Chaillot est vicieuse sous plusieurs rapports. Sous celui de l'élévation de ses eaux, on pourrait la comparer à ces voitures d'arrosement public qui viennent remplir leurs tonneaux près du pont Louis XV, et les portent jusqu'en haut des Champs Elysées pour les vider au retour, au lieu de commencer l'arrosement à l'endroit même où ils prennent l'eau. Dans l'un & l'autre cas, il y a de la force motrice employée inutilement.

Dans les terreins où abonde le sulfate de chaux, comme ceux de Paris et des environs, l'eau de puits est très-mauvaise pour la plupart des

---

(b) Il semble toutefois que dans le cas particulier dont il s'agit, les réservoirs ont l'avantage de permettre à l'eau de déposer, par précipitation, les matières qui n'y sont pas encore dissoutes, puisque, comme on vient de le dire, ce n'est qu'à quelques lieues au dessous de Paris que la dissolution ou le mélange s'opère complètement. Il est vrai aussi qu'elle pourrait s'opérer dans le réservoir même.

(c) Ce sont des motifs d'économie, dit-on, qui, dans l'origine, ont empêché d'employer des tuyaux d'un plus grand diamètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

usages domestiques. Il y a pourtant des puits où elle s'améliore; ce sont principalement ceux où elle est en contact avec quelques matières végétales, pourvu toutefois, que ces matières ne soient pas solubles. On fait maintenant, grâce à Paris, des puits semblables ou analogues à ceux connus sous le nom de puits artésiens; mais l'eau ne jaillit pas au dessus du sol comme dans les véritables puits artésiens. (d) Ils sont creusés à une grande profondeur & garnis d'un tube en bois du diamètre même du puits. L'eau qu'ils fournissent ne tient par conséquent aucune substance animale ou végétale en dissolution, parce qu'il n'en existe pas à la profondeur d'où elle sort; le tube en bois empêche aussi qu'il ne s'en infiltre d'autre qui serait corrompue par des substances de cette nature, comme cela a lieu dans plusieurs puits ordinaires de Paris, surtout dans la saison des grandes pluies. M. Clément a éprouvé un accident de ce genre dans sa distillerie en 1816 & 1817. L'eau du puits dont il se servait était ordinairement bonne; mais elle devint tout à coup mauvaise, au point de troubler la fermentation des matières à distiller & de les altérer

(d) On les nomme aussi fontaines Artésiennes. Ce sont des puits creusés dans un terrain où il se trouve une couche argileuse inclinée sous laquelle les eaux s'infiltrent, et dont la compacité les empêche de remonter au niveau de leur source; mais dès que la couche d'argile est percée, l'eau jaillit quelquefois au dessus du sol, surtout quand la source est sur un terrain plus élevé que celui où l'on a creusé le puits. Ce qui prouve en outre l'élévation de température dans les entrailles de la terre, c'est que l'eau est d'autant plus chaude que ces puits sont plus profonds.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

complètement; c'est parce que les eaux s'étant élevées considérablement, elles se sont trouvées en contact avec des couches de terreau qu'elles ont dissous; c'était comme du jus de fumier. Il est donc nécessaire de visiter fréquemment ces sortes de puits et de vérifier la qualité de leurs eaux, surtout dans des circonstances du genre de celles qu'on vient de signaler.

La distillation de l'eau est aussi un moyen d'épuration; mais il est impraticable dans les grandes manufactures, parce qu'il en faut une trop grande quantité. D'ailleurs, il est inutile ~~on n'a pas besoin~~ qu'elle ait ce degré de pureté. Cependant s'il arrivait qu'on en eût quelquefois besoin, on sait d'après ce qui a été dit dans une des leçons précédentes, (la 18e) que les frais de distillation ne doivent pas s'élever à plus d'un franc pour cent kilogr. ou litres d'eau.

Il est des cas où il est avantageux de se servir d'une eau impure. Dans la tannerie, par exemple, on a remarqué que l'eau qui contenait beaucoup de sulfate de chaux augmentait le poids du cuir. (e) Il y a aussi, en Flandres, une blanchisserie pourvue de deux sources, l'une d'eau très-pure qu'on emploie au blanchiment des toiles, l'autre imprégnée de

(e) Un tanneur de Paris, qui croyait que M. Berthollet avait voulu parler de l'eau de la rivière des Gobelins, lui a écrit à ce sujet et lui a soumis en même temps quelques observations sur la tannerie. M. Clément a répondu, au commencement de la leçon suivante, que c'est l'eau de puits qui a la propriété qu'il a signalée. Il a ajouté que devant traiter de la tannerie plus tard, c'est alors qu'il examinera les autres observations qu'on lui a adressées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sulfate de chaux dont on se sert pour les laver ou rincer, et qui leur donne plus de consistance, ou, comme on dit dans le commerce, plus de corps. Il importe donc de connaître toutes les propriétés des eaux qu'on emploie, et d'en comparer avec soin les avantages & les inconvéniens.

L'eau chargée de carbonate de chaux paraît convenir au blanchissage de la soie. Un teinturier de Lyon obtenait de la soie plus blanche que les autres avec une eau de cette nature; mais il ignorait la véritable cause de cette supériorité qu'il attribuait à son procédé. Etant allé s'établir dans un autre quartier, il ne put cependant jamais blanchir sa soie aussi bien qu'auparavant parce que l'eau n'avait plus la même qualité.

L'eau du Canal de St Ourcq est très-pure lorsqu'elle entre dans le canal; mais elle ne l'est plus à Paris, parce qu'elle se charge de sulfate de chaux durant le trajet; elle en a vingt fois plus que l'eau de la Seine. Le canal étant creusé dans des terreins à plâtre, & ses parois n'étant pas encore recouvertes de matières fangeuses et de végétaux qui empêcheront le contact de l'eau avec ce plâtre, elle en dissout toujours un peu & en est presque saturée à la barrière. Ainsi, le projet qu'on a conçu de former une blanchisserie de linge

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur ce canal ne pourrait réussir quant à présent, parce que ces eaux consomment en pure perte beaucoup plus de savon que celles de la Seine. (V. la 2.e formule.) Cependant elles seront bonnes dans quelques années, lorsque le contact avec le sulfate de chaux n'aura plus lieu.

Ces projets de grandes buanderies publiques ont été souvent formés; ils sont d'une importance extrême à faire, car le blanchissage du linge est une affaire de plusieurs millions par an; mais il est bien difficile de les exécuter. Un des plus grands obstacles est dans les intérêts particuliers qui se trouveraient lésés par les établissemens de ce genre. Il semble pourtant qu'on pourrait ~~tout~~ concilier, en faisant participer les petits blanchisseurs aux avantages d'une grande buanderie, comme a fait le manufacturier de Rouen, M. Leroy, à l'égard des ouvriers teinturiers de son voisinage, auxquels il fournit de la vapeur au moyen d'une grande machine, ce que chacun d'eux n'aurait pu faire isolément. Il en a été parlé dans une des précédentes leçons. (la 17.e) On ferait de même pour le blanchissage du linge sale; on louerait de la puissance mécanique aux blanchisseurs de Paris et des environs. Un semblable projet n'est donc rien moins qu'à dédaigner; il est au contraire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-digne d'intérêt. Il en existe une à Londres mais son administration a éprouvé de grands obstacles qu'elle a surmontés maintenant. Ceux qui voudraient en établir une à Paris feraient très-bien de visiter celle de Londres dans ses moindres détails. Il y a toujours plus d'avantage à imiter qu'à inventer, parce qu'il n'y a plus d'apprentissage à faire.

Le linge lavé par les procédés usités dans les grandes buanderies est plus blanc et se détériore moins que de l'autre manière. On le met dans ces roues creuses que l'on nomme Dash-Well en Angleterre; la machine à vapeur les fait mouvoir continuellement dans un courant d'eau, et les parois de la roue contre lesquelles le linge est jeté par ce mouvement de rotation, font l'office du battoir des blanchisseuses. (V. la 45e leçon du Cours de 1826.)

Les filtres de charbon dont on se sert aussi pour purifier l'eau agissent chimiquement sur ce liquide, tandis que ceux de sable ou de pierres calcaires n'ont qu'une action mécanique. Les dissolutions salines, gazeuses et ammoniacales passent à travers ces derniers filtres, et les eaux corrompues y conservent leur fétidité; il n'en est pas de même avec les autres; le charbon détruit entièrement la putridité de l'eau, en absorbant les gaz et autres substances qui la produisent; (8)

(8) Il a aussi la propriété de rendre saines les viandes qui ont subi un commencement de putréfaction. On s'en sert même quelquefois en médecine comme antiseptique dans le traitement des plaies gangreneuses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais il faut le renouveller souvent. Il doit en outre être bien carbonisé (récemment fait et) & préparé avec beaucoup de soin. Il ne faudrait pas suivre l'exemple d'un fabricant qui, pour le réduire en poudre, le faisait fouler aux pieds des chevaux tournant un manège & dont les excrémens se mêlaient au charbon. Les filtres sont précieux dans les pays voisins des étangs (dont les habitans) n'ont pas d'autre eau pour leurs usages domestiques; l'eau la plus fétide en sort pure & saine quand ils sont bien faits. Cependant on croit qu'elle est plus prompte à s'altérer ensuite, d'après une expérience qui a été faite sur cette eau ainsi filtrée & sur l'eau de la Seine; mises séparément dans une bouteille hermétiquement fermée, la dernière s'est conservée pure plus longtemps que l'autre; peut-être aussi le filtre avait-il été mal préparé. Le charbon animal est préférable au charbon végétal; il vaut 4 à 5 fois mieux quant aux résultats. Il est d'autant meilleur qu'il est plus divisé.

Dans la prochaine séance, on parlera du soufre & du chlore.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

214.

Chimie
Appliquée aux arts.

27e. Leçon.

Samedi 5 mars 1825. (a)

Du Soufre. — De son extraction et de son raffinage. — Du chlore. — De son emploi dans le blanchiment des toiles. — De la manière de le produire.

Formules & figures tracées sur le tableau, (V. la fig. N° 17.)

1° Extraction du soufre.

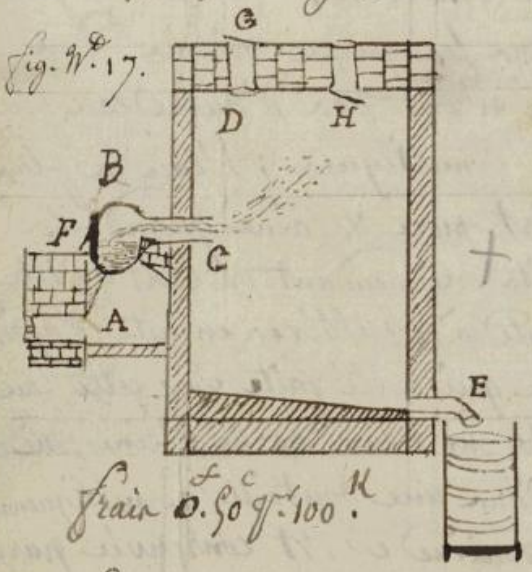
8500 K Sycites, transport à 1 f = 85 f.
8 Cazes à 5 f = 42 f. par mois, et par jour = 14.
Réparations du fourneau ..... 5.
Main d'œuvre, 4 h^es, ... 10.
Frais généraux ..... 25.
Tonneaux ..... 10.

Revient à Lyon .. 149.
Valeur environ ... 160.
Bénéfice ..... 11.

	1822.	1823.
Importations.	11,584,281.	6486,350
Exportations.	622,273.	476,772

Raffinage du soufre.

Fig. N° 17.



Frais 0. 50 c. f. 100 K.

N.B. Les murs de la chambre de condensation doivent avoir 6 à 7 décimètres d'épaisseur. Sa voûte est la forme qui paraît convenir le mieux à la pression supérieure. La chambre est en brique.

2° Production du chlore. (100 K^mes)

1er procédé.

	f	c
Sel, 186 K à 40 f. ..... =	74.	40.
manganèse 167 à 25 f. =	41.	75.
Acide Sulfurique, 300 à 40. =	120.	"
	236.	15.
Sulfate de soude, 200 K à 32 f. =	64	
Dépense nette	172.	15.

2e procédé.

	f	c
Acide hydrochlorique, q^té le chlore 208.		
id q^té le manganèse 297.		
	505.	4
505 K à 20 f. = ...	101 f	"
manganèse 167 à 25 f. =	41.	75.
Dépense nette	142.	75.

(a) Une 7e leçon aura lieu dorénavant par semaine, tous les samedis, à dater d'aujourd'hui, conformément à l'annonce que le professeur en a faite à la fin de la 6e leçon, pour satisfaire à la demande de plusieurs auditeurs qui seront obligés de quitter Paris avant l'époque à laquelle se termine ordinairement le cours et qui désirent néanmoins le suivre entièrement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3.e procédé. { acide hydrochlorique . 208.K à 20.t = 41.60.
acide sulfurique . 148.7. à 40. = 59.50.
manganèse . 167 à 25.t -- = 41.75.
142.85.

N.a 50 K. d'acide sulfurique à 66.D ou 1845 de densité = 100 K d'acide hydrochlorique à 22.D ou 1160 de densité. C'est-à-dire, acide sulfurique à 1.K 845 & acide hydrochlorique à 1.K 160 le litre.

Nous commençons aujourd'hui l'examen de l'application des corps combustibles aux arts; mais on ne parlera que de ceux dont l'emploi offre une certaine importance. On ne dira donc rien du phosphore, de l'Iode & de quelques autres dans le même cas, parce que la consommation qui s'en fait dans les professions industrielles est très-bornée.

Le soufre est au contraire d'un très-grand usage; il s'en consomme annuellement en France environ 100 000 quintaux; cependant ce n'est guères qu'une dépense d'un million de francs, parce qu'il est maintenant à très-bas prix. Il vient d'Italie, le seul pays, en Europe, où il existe très-abondamment & presque pur. Les quantités importées en 1823 ont été près de moitié moindres qu'en 1822; mais cela n'a aucune influence sur la consommation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui est toujours à peu près la même. Cette différence dans les importations provient de ce que le soufre étant une marchandise peu embarrassante, il sert de lest aux navires qui arrivent en plus grand nombre à telle époque qu'à telle autre. Il y a fort peu de soufre naturel en france; celui qu'on y trouve n'est qu'un objet de curiosité pour les minéralogistes.

On extrait aussi le soufre des pyrites ou sulfures métalliques; mais cette opération qui était avantageuse, il y a quelques années, lors du blocus continental, parce qu'il coûtait 80 f. le q.x ne serait très-peu profitable & peut-être onéreuse maintenant qu'il ne vaut plus que 10 f. La 1ère formule d'autre part en fait connaître le produit qui, dans les circonstances les plus favorables est d'environ 7 gr %.

C'est une erreur malheureusement trop fréquente en industrie & en économie politique de croire qu'il vaut mieux produire que d'acheter, même à un prix beaucoup moindre que celui de la production. Aussi les droits dont on vient de charger, par exemple, l'importation des salpêtres étrangers, auront-ils des conséquences fâcheuses pour la fabrication de divers produits chimiques,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

car ce Sel est fort cher en France, et les étrangers l'apportaient à un prix très-inférieur. Cependant nous leur achetons la potasse qui en est la base ; mais nous la leur grevons 60 f. le quintal, tandis qu'ils nous livreraient le salpêtre à 30 f. Il serait donc bien plus avantageux de leur acheter le salpêtre même ; il n'est pas raisonnable de vouloir dépenser 1 f. pour produire soi-même ce qu'on trouve ailleurs pour 2 f. C'est à peu près la proportion, puisqu'il faut 1 k. de potasse pour faire 1 k. de salpêtre. On importe annuellement 6 à 7 millions de cet alcali & on fabrique environ 800 000 k. de salpêtre.

Les étrangers ~~produisent~~ fournissent aussi quelques produits chimiques à un prix moindre qu'en France, tels que le chromate de potasse, l'acide oxalique &c. ; mais les droits dont ils sont grevés nous empêchent d'en profiter.

Le Soufre brut importé d'Italie a besoin d'être dégagé des matières terreuses avec lesquelles il est mêlé. Il y a deux procédés pour le purifier, la décantation après la fusion, & la Sublimation ou la distillation. Celui-ci est très-préférable à l'autre, parce qu'il donne toujours du soufre de bonne qualité : car la fusion au contraire, celui qui est en contact avec les parois de la chaudière, éprouve

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

27.e Leçon.

une température trop élevée qui augmente la viscosité de la matière & en altère la couleur; il devient rouge-brun, au lieu d'être jaune-citrin, & se vend beaucoup moins #. Il se fait aussi une combinaison de soufre & de fonte, un by-sulfure qui forme une croute au fond de la chaudière & la rend fragile. Cependant, il ne faut qu'une très-petite quantité de chaleur pour liquéfier le soufre; 32 calories suffisent pour porter un K.me de soufre à la température de 110°.; ce n'est qu'environ le 6.e de ce qu'il faut qu'on élève à la même température un K.me de glace, 75 d'abord pour la fondre & 110 ensuite pour lui donner cette chaleur, comme on l'a expliqué dans les leçons précédentes. (la 6.e &.n ~~7.e 61 K.ne du 1.er genre~~) c'est à la différence de capacité des corps pour la chaleur, propriété qu'il importe de connaître, qu'est dûe cette différence de résultats.

Dans la pratique, un K.me de charbon suffit pour opérer la fusion de 100 K.cs de soufre; il en faut un peu plus pour sa sublimation; mais aussi, la qualité en est bien meilleure. Ce n'est pas à l'économie du combustible qu'il faut viser dans cette opération; c'est à la plus grande valeur à produire, parce que l'excédant du produit fait plus que compenser le surcroit de dépense.

Comme presque tout le soufre brut arrive à Marseille, c'est là aussi qu'on le

on peut néanmoins faire disparaître la couleur brune par la sublimation; mais il est moins propre au moulage, parce qu'il a moins de liquidité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

raffiné. Cela convient, puisque les frais de transport seraient les mêmes dans les deux cas; et d'ailleurs, le combustible y est moins cher. Cependant on peut employer également le soufre brut dans la fabrication de l'acide sulfurique, parce qu'il s'y sublime aussi & que les matières hétérogènes restent sur la plaque où l'on dépose le soufre. On économise ainsi les frais du raffinage.

Le procédé de raffinage du soufre par la sublimation est généralement adopté à Marseille. Il a été imaginé par M. Michel, de la même ville. L'appareil dont on se sert est dessiné sur le tableau (v. fig. n.° 17) A est le foyer; B la chaudière contenant le soufre qui en sort en vapeur par l'embouchure C d'où il se répand d'abord en flocons nommés fleurs de soufre dans la chambre D & sur ses parois; mais la vapeur qui continue à se dégager sans interruption échauffe la chambre; alors les flocons se liquéfient & le soufre coule par le robinet E dans le vase qui est au dessous. # Si le tuyau est bouché par le soufre solidifié dans le passage, on y introduit une barre de fer rouge qui fond le soufre. On jette le soufre brut dans la chaudière par l'ouverture F qu'il faut lutter ensuite pour que la vapeur sulfureuse ne puisse se dégager que dans la chambre. La paroi supérieure a deux soupapes G H, l'une s'ouvrant de bas en haut &

L'écoulement est facilité par l'inclinaison du sol de la chambre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre de haut en bas; la première se ferme d'elle-même par la pression extérieure lorsque la liquéfaction du soufre a produit un vide dans la chambre; mais les parois sont assez épaisses pour résister à cette pression. D'ailleurs, on peut au besoin, y faire rentrer de l'air par l'autre soupape.#

Quelquefois l'introduction de l'air dans la chambre peut occasionner une explosion, si la température y est assez élevée pour enflammer le soufre qui se combine alors avec l'oxigène de l'air & forme du Gaz acide sulfureux. Il y a des précautions à prendre à cet égard.

Le chlore est une substance dont on fait une très-grande consommation depuis quelques années, principalement pour le blanchiment des toiles, d'après le procédé imaginé par M.r Berthollet. Il est bien préférable à l'ancien qui consiste à étendre les toiles sur le pré; malgré sa supériorité, il y a encore un grand nombre de pays, inaccessibles aux lumières, où il n'est pas adopté. Il est vrai aussi qu'on a quelquefois employé des lessives trop

Ces parois ont ordinairement 6 à 7 décimètres d'épaisseur. La voûte est la forme qui paraît convenir le mieux à la paroi supérieure. La chambre est en briques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

caustiques qui ont produit de mauvais résultats qu'on a attribués au chlore; mais la faute n'en était qu'aux manipulateurs. Lorsque la toile est bien lavée, bien rincée après son immersion dans le chlore, elle n'en est pas du tout altérée, quelle que soit la force du chlore; car maintenant on l'emploie sans inconvénient à 8 & 10 degrés, & autrefois on n'osait aller à 2 degrés. Au surplus, l'opération du blanchiment des toiles est une question qu'on traitera plus spécialement par la suite; aujourd'hui, il ne s'agit que de la production du chlore. (V. les 44e. & 45e. Leçons du cours de 1836)

Il existe trois procédés de fabrication du chlore, tous énoncés ~~dans la 2e. formule ci-dessus ci-dessus. (V. t. 2 p. 214 & 215.)~~ Le premier est le plus généralement suivi. Les proportions indiquées sont les plus exactes; elles sont fondées sur la théorie atomistique. Il n'y a pas encore bien longtemps qu'elles sont connues; auparavant, on croyait qu'il fallait 3 parties de sel, 2 d'acide sulfurique & une de manganèse; c'était une erreur très-préjudiciable, surtout ~~à faire~~ à faire où le sel est assez cher, à cause des frais de transport, et de l'impôt dont on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est pas ~~avantageux pour cette fabrication surtout, où le métal est très cher à cause des frais de transport~~; en outre, il y avait perte de matière. A présent, grâces à la règle des équivalens chimiques du Docteur Wollaston, on peut, dans cette opération comme dans beaucoup d'autres, connaître sur le champ les proportions à 1/2 pour % près, des substances qui entrent dans telle ou telle combinaison. Pour le dire en passant, ces sortes de règles sont fort utiles; il y en a de plusieurs sortes en Angleterre, les unes faisant connaître les rapports de toutes les surfaces entre elles, comme du cercle au parallelogramme, au triangle &.a, les autres, ceux des solides aussi entr'eux, tels que du prisme au cylindre, au cone, à la sphère &.a &.a Avec cet instrument dont tous les artisans sont pourvus, on est dispensé de toute espèce de calculs; ceux qui s'en servent n'en connaissent nullement la théorie; il leur suffit d'en connaître l'usage. Dans l'industrie, il faut aller au but le plus vite possible. C'est donc une très-bonne méthode; mais on ne peut pas la faire adopter en France.

Le Docteur Wollaston a pris

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'oxigène pour unité dans les calculs de sa règle. Un autre physicien anglais en a fait aussi une où il a pris l'hydrogène; il en est résulté cet avantage que les rapports de tous les corps entre eux s'expriment par des nombres simples.

Lorsqu'on veut obtenir du sulfate de soude par le premier procédé de production du chlore, il faut d'abord mêler l'acide sulfurique avec le sel marin seulement; puis on met l'acide hydrochlorique qui s'en dégage, en contact avec le manganèse; une partie de ce dernier acide se décompose ainsi que le manganèse qui est ramené au 1.er degré d'oxidation pour pouvoir se combiner avec l'autre partie de l'acide & former un hydrochlorate. L'hydrogène de la partie décomposée se combine aussi avec l'oxigène fourni par le manganèse & le chlore se dégage. On peut employer avec succès la cascade chimique dans cette double opération, pour dissoudre l'acide hydrochlorique et le chlore. Si au contraire, on mêle ensemble les trois substances, sel,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

acide sulfurique & manganèse, on ne peut tirer aucun parti du sulfate de soude qui se forme, parce qu'il est mêlé avec l'hydrochlorate de manganèse. Alors le chlore coûte plus cher. (V. 2.e formule)

Il y a pourtant un inconvénient dans ce procédé; il consiste en ce que l'acide sulfurique en contact avec la fonte produit de l'hydrogène qui se dégage en même temps que l'acide hydrochlorique lorsque celui-ci se décompose avec le manganèse, le chlore trouvant de l'hydrogène libre, il en résulte une régénération d'acide hydrochlorique qui peut occasionner une explosion surtout s'il est sous l'influence de la lumière.

La cascade chimique, appareil imaginé par MM. Clément Desormes pour accélérer l'absorption des gaz par l'eau, est une colonne de verre d'environ un mètre & demi de hauteur, & 2 décimètres de diamètre, remplie de très petites billes de verre contre lesquelles l'eau qui coule de haut en bas & le gaz qui est introduit de bas en haut, se divisent se rencontrent & s'unissent. L'eau ayant une très grande avidité pour l'acide hydrochlorique, et les points de contact étant considérablement multipl

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tout le gaz est absorbé même avant de parvenir au tiers de la hauteur de la cascade, et la dissolution qui s'écoule dans le récipient est saturée. La cascade pourrait donc être moins haute, mais elle est destinée à toutes les opérations du même genre, et il y a beaucoup de gaz bien moins solubles que l'acide hydrochlorique. Elle peut être exécutée avec grandes dimensions, en grès ou en pierre de Volvic, substances inattaquables par les acides. Si on la fait en grès, il faut le prendre d'un grain serré.

Le récipient où l'on recueille la dissolution d'acide hydrochlorique peut contenir le manganèse & communiquer avec une autre cascade chimique où se dégage le chlore qui se produit dans la combinaison du manganèse avec l'acide, comme on l'a dit plus haut.

Dans le 2e procédé de production du chlore, on emploie directement l'acide hydrochlorique & le manganèse, sans l'intermède de l'acide sulfurique & du sel marin; mais il n'est guères praticable que dans les pays où l'on trouve le premier acide tout formé, comme à Marseille, où la fabrication de la Soude en produit une très-grande quantité sans usage, car 100 parties de sel en donnent 12 d'acide hydrochlorique. Dans ce cas, il vaut mieux s'acheter que de le faire.

Il y a d'autres pays où le sel est à bas prix et l'acide hydrochlorique fort cher, à Annonay, par exemple; alors le 1er procédé est préférable.

Enfin par le 3e qui n'est qu'une modification du 2e, on substitue l'acide sulfurique à la partie d'acide hydrochlorique qui était destinée à s'unir au Manganèse, et il se forme un sulfate de cette base au lieu d'un hydrochlorate. (b)

Les frais de l'opération, dans les trois cas, sont indiqués d'après les prix communs; mais ces comptes doivent varier suivant les localités. Ce n'est donc qu'après avoir consulté toutes les convenances qu'on doit se déterminer pour l'un ou l'autre de ces procédés.

(b) J'ai assisté par hazard à la leçon du 18 mars 1824 où M. Clément a aussi traité de la production du chlore, mais avec plus d'étendue qu'aujourd'hui. Voici un extrait du bulletin que j'en ai rédigé à cette époque; il ne saurait être mieux placé qu'ici.

« Le meilleur appareil pour la production du chlore est la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cascade chimique, inventée par M. Clément il y a quelques années, et qui est destinée à absorber les gaz autrui bien qu'à les produire. Il l'appelle donc cascade absorbante ou productrice suivant l'une ou l'autre de ces deux destinations. Elle peut servir pour tous les gaz à dissoudre dans l'eau.

« Pour démontrer combien cet appareil est préférable aux anciens, il est nécessaire d'entrer dans quelques considérations préliminaires sur la manière dont s'opère la dissolution des gaz.

« La quantité d'un gaz quelconque en dissolution dans l'eau dépend de la nature de ce gaz, de la température et de la pression. Cette quantité, qui est d'autant plus grande que la pression est plus forte, diminue aussi quand la température s'élève. Il faut en outre considérer la durée de l'action.

« La première condition d'une action chimique est le contact ; ce phénomène du contact qui précède la combinaison est un phénomène physique, mécanique ; c'est pour parvenir à en prolonger la durée que la cascade chimique a été imaginée ; elle est destinée à remplacer l'appareil de Woulf dans un grand nombre de circonstances.

« Ceux qui connaissent l'appareil de Woulf savent qu'il se compose de plusieurs flacons à trois tubulures dont l'une, celle du milieu, est garnie d'un tube ordinairement vertical, dit tube de sureté, qui a son extrémité inférieure plongée de quelques millimètres dans la dissolution. Des tubes recourbés sont adaptés aux autres tubulures et établissent la communication d'un flacon à l'autre. L'une des branches de ces tubes recourbés plonge jusqu'au fond de l'eau dont les flacons sont aux trois quarts pleins ; l'autre branche a son extrémité près de la surface du liquide. Le gaz, après avoir traversé l'eau du premier flacon qu'il sature, se transmet dans le flacon suivant et de celui-là dans les autres.

« La dissolution du gaz dans l'eau s'opère d'autant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mieux que les globules gazeux sont plus petits & que la durée de leur contact avec l'eau est plus grande ; mais ces globules étant très-légers, ils montent rapidement à la surface du liquide & emplissent le vase d'où ils sortent ensuite, par le tube de communication avec le vase suivant, pour traverser avec la même rapidité l'eau que ce dernier vase renferme. Il ne peut donc se dissoudre que peu de gaz durant ce court trajet, car la pression concourt pour très-peu de chose à cette dissolution dans l'appareil de Woolf. Tout gaz naissant est soumis à la pression atmosphérique qu'on sait être équivalente à une colonne d'eau d'environ 10 mètres ou 32 pieds ; mais si la branche du tube plongée dans le flacon n'y est enfoncée que de 6 pouces (0.m16), la pression n'est augmentée que d'un 64.e ; fût-elle enfoncée d'un mètre, ce ne serait encore qu'une augmentation d'un 10.e, et par conséquent presque nulle quant aux effets.

« On n'a pas assez réfléchi à ces considérations dans la confection des appareils destinés à laver le gaz hydrogène qu'on extrait du charbon de terre, pour séparer l'hydrogène carboné de l'hydrogène sulfuré qui s'y trouve mêlé, et qu'on fait dissoudre dans du lait de chaux que ce mélange gazeux traverse. Or, comme on ne peut jamais augmenter la pression de plus d'un mètre, qui est la longueur de l'immersion du cylindre par où les gaz passent dans la cuve contenant le lait de chaux, il ne se dissout de l'hydrogène sulfuré qu'un 10.e de plus qu'avec la pression atmosphérique.

« Il y a longtemps qu'on a reconnu la nécessité d'augmenter la durée du contact dans la dissolution du chlore, car on avait ajouté aux anciens appareils un procédé qui faisait plonger le gaz d'environ un mètre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et dernier dans les cuves en pierre qui contenaient l'eau à saturer ; mais cette augmentation était encore faible. M. Clément l'avait beaucoup accrue néanmoins, il y a 18 ans, par un serpentin qui remplaçait les autres vases et se composait de tuyaux de grès. Ce serpentin, qui avait 200 pieds de longueur (66 à 67 m.) prolongeait par conséquent de beaucoup la durée du contact du chlore avec l'eau. Cependant c'est encore fort peu de chose, comparé avec les résultats de la cascade chimique qui produit un effet 322 fois plus grand qu'avec les anciennes cuves.

« Cette cascade est un cylindre creux d'environ 4 pieds de hauteur (1 m. 30) et 6 pouces (16 cent.) de diamètre, sur une base quadrangulaire de 7 à 8 pouces (19 à 22 cent.) en tout sens. Le cylindre est rempli de petites balles de verre de la grosseur d'une noisette et peut en contenir plus de dix mille. On adapte à la base un tuyau qui communique avec le vase d'où se dégage le chlore ou l'acide hydrochlorique, et on établit de haut en bas dans le cylindre un courant de liquide continuel qui en sort par un robinet placé à la partie inférieure, mais après s'être saturé du gaz qui a traversé le cylindre de bas en haut.

« Si le cylindre n'était que rempli d'eau sans les balles de verre, la pression ne serait augmentée que d'un 8e, puisqu'il n'a que 1 m. 3 de hauteur ; mais le grand nombre de balles qui s'y trouvent augmente considérablement les points de contact de l'eau avec le gaz ; elles multiplient les surfaces presque à l'infini et raffermissent extrêmement la marche des bulles gazeuses qui ne peuvent passer avec autant de facilité que si elles n'avaient qu'une colonne d'eau à traverser. Ces bulles se brisent donc contre les balles, et étant plus divisées, elles sont plus facilement absorbées par l'eau, d'autant plus encore que la durée de leur contact avec le liquide est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

beaucoup prolongée par la difficulté qu'elle éprouvent à parvenir à la partie supérieure, à cause des balles qui obstruent le passage.

« Cet appareil, qui peut être exécuté dans toutes les dimensions, offre de très-grands avantages dans plusieurs cas. On peut s'en servir pour dissoudre l'acide carbonique des eaux minérales et tous les gaz solubles ; mais il serait inutile dans quelques opérations, telles, par exemple, que la fabrication de l'acide nitrique, parce que cet acide se condense de lui-même.

« Dans les fabriques de soude à Marseille, par la décomposition du sel marin avec l'acide sulfurique, on ne peut avoir un appareil qui soude dans l'eau les gaz qui se dégagent, et parmi lesquels il se trouve une quantité énorme d'acide hydrochlorique gazeux, parce que cette décomposition s'opère dans des fours dont la construction rend impossible l'établissement d'un semblable appareil ; mais on pourrait y appliquer avec succès la cascade chimique, au moins pour l'absorption du gaz hydrochlorique qui cause de très-grands dommages aux habitations voisines des fabriques de soude ; aussi les fabricans sont-ils souvent obligés de payer des indemnités considérables. La dépense ne serait pas bien grande, car on pourrait se servir de cailloux du Rhône, au lieu de balles de verre, dans le cylindre de la cascade. Il y aurait peut-être quelques légers changemens à faire dans la construction de la cheminée dont on peut, d'ailleurs, augmenter le tirage au moyen d'un ventilateur, ou par le procédé qu'on a fait connaître en traitant du tirage des cheminées.

« Si on employait à Marseille ce moyen d'absorption du gaz acide hydrochlorique, on en produirait assez pour la consommation de toute la France & même au delà, vu la grande quantité de soude qu'on extrait du sel marin. On

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'y décompose par moins de 600 quintaux métriques de Sel dans un jour, un quintal de Sel fournit 120 à 125 K.rs d'acide hydrochlorique donc 600 q.x de Sel en donneraient au moins 720 d'acide. (*) Les fabricans de Soude auraient par conséquent un produit de plus, et seraient affranchis du payement des indemnités qu'on leur réclame fréquemment pour les dégats occasionnés par l'action de ce gaz. (**)

« Le chlore, Substance autrefois inconnue, a été découvert par Schéele; mais le parti le plus avantageux qu'on en ait tiré a été imaginé par M. Berthollet pour le blanchiment des toiles. C'est à la mode de blanchiment qu'on doit l'établissement d'un grand nombre de manufactures de toiles de coton, parce qu'on ne les étend plus sur le pré comme avant l'usage du chlore, & qu'on les blanchit bien plus promptement, car on fait maintenant en 8 jours ce qu'on ne faisait auparavant qu'en 4 à 5 mois; il en résulte donc une circulation plus rapide des capitaux & on est dispensé d'avoir les terreins qu'il fallait autrefois pour étendre les toiles. Il y a telle manufacture, en Angleterre, qui blanchit 30 à 40000 pièces de toile par semaine; quelle immense surface de pré il aurait fallu pour leur étendage!

« Pour produire le chlore, on met un mélange de 3 parties de Sel & 2 ou 2. ½ de manganèse dans un vase de verre ou de grès ayant à son embouchure un tube courbé en S vers le milieu pour y verser l'acide, & on introduit ce vase dans une chaudière de fonte, au bain marie, à une chaleur d'environ 50.° Il communique avec un appareil absorbant, si on veut avoir une dissolution de chlore, ou bien, si c'est du chlorure de chaux qu'on désire, avec une chambre sur le sol de laquelle on étend l'hydrate de chaux en poudre, & où l'on fait passer

(*) Oxigène, car à l'état de gaz, il est impossible qu'il pèse plus que le Sel dont il est un des élémens. Ce Sel est composé de parties de chlore & de Sodium.

(**) V. la 34.e leçon du Cours de 1825 & la 38.e de celui de 1826 pour l'application de la cascade chimique aux fabriques de Soude à Marseille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un courant de chlore gazeux qui se combine avec cet hydrate pour former un sous chlorure ou protochlorure; il ne se fait un deutochlorure que par la voie humide, c'est-à-dire, lorsqu'on met le chlore avec une dissolution de chaux; mais on transforme le sous chlorure en chlorure saturé, en le faisant dissoudre. Au reste, la faculté décolorante est la même dans les deux cas.

« En Angleterre, on a substitué de grands vases de plomb à ceux de verre et de grès; ils durent fort longtemps surtout en traitant le manganèse par l'acide hydrochlorique seul. Une partie de cet acide se décompose; son hydrogène se combine à une partie de l'oxigène du manganèse, et le chlore se dégage. Le reste de l'acide s'unit au manganèse ramené au 1er degré d'oxidation, et si ce manganèse est bon, tout se transforme en hydrochlorate. Celui de Bourgogne dont on se sert communément en France, est moins bon que celui d'Angleterre.

« Dans quelques fabriques on se sert d'un cylindre de fonte pour la décomposition du sel marin par l'acide sulfurique; il est placé horizontalement sur un foyer et communique par un tube avec la base de la cascade chimique garnie de ballons de verre ou de cailloux, ou même de fragmens de charbon, toutes matières inattaquables par l'acide hydrochlorique qui se sépare du sel, se dégage et se dissout dans l'eau qu'on fait descendre dans la cascade. Cette dissolution coule dans un vase contenant le manganèse et communiquant avec une autre cascade où passe le chlore dégagé de cette dernière combinaison; il s'y dissout aussi, soit dans l'eau, soit dans un lait de chaux.

« L'usage de cet appareil est accompagné d'un assez grand inconvénient qu'on peut néanmoins éviter aisément, quand on le connaît; il consiste en ce que le chlore pourrait se trouver en présence d'une portion d'hydrogène libre et former un mélange fulminant au contact des rayons solaires. Il faut donc faire en sorte que la lumière du jour ne pénètre pas dans l'appareil. Le mieux est de tenir le tout dans l'obscurité, pour être entièrement à l'abri d'une détonation qui pourrait avoir des suites dangereuses, surtout si elle avait lieu dans un endroit fermé. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

227.

Chimie appliquée aux arts.

28e Leçon.

Lundi 7 Mars 1825.

Du Charbon. — De la Carbonisation du bois. — De la distillation en vases clos et des produits qui en résultent.

Formules & Dessins tracés sur le tableau.

(V. la fig. N° 18 intitulée: Appareil de carbonisation du bois en vases clos.)

1re formule. Composition du bois.

100 parties de bois sec = { Eau .. 48.80 = { oxigène 43.12 / hydrogène 5.38 } / charbon 51.20.

100 grles de bois ordinaire séché à l'air = { bois sec .... 80 (41.2 C / 38.8 ...) / Eau hygrométrique 20

1000 litres vinaigre de bois donnent 57 Kmes d'acide acétique à 8D = 0.08 de carbonate de soude.

2e formule. Carbonisation du bois en vases clos.

Bois mené. 1000 stères à 288 Kgr = 288000 Kgr (b)
Charbon 1600 voies = 3200 hectolitres = 57600 K. (18 K. l'h.o)
Acide pyroligneux. 200 pièces = 24000 Kgr et en 1828 à 20 K.
Acide acétique. = 2700 K.
Acétate de plomb. = 7600 K.

(a) 100 parties d'eau, en poids = { 88.9 d'oxigène. / 11.1 d'hydrogène. }

Ainsi 100 : 88.9 :: 48.8 : 43.12 } Le résidu de la combustion du bois blanc = 0.002; celui du bois de chêne = 0.0025.
et 100 : 11.1 :: 48.8 : 5.38 }

(b) A Paris, le bois des chantiers pèse environ 450 K. le stère.

L'examen du charbon, objet de la leçon d'aujourd'hui, se bornera à ses rapports avec l'industrie; il serait inutile d'entrer ici dans des détails sur ses propriétés chimiques.

La première formule ci-contre fait connaître la composition du bois; la nature de ses élémens peut le faire considérer comme un hydrate de carbone. Les proportions indiquées ont été parfaitement déterminées, par les analyses de MM. Gay Lussac & Thénard sur du bois entièrement dépouillé de son eau hygrométrique.

Il y a deux procédés pour enlever au bois toute l'eau dont il est imbibé; l'un consiste à le faire sécher en très-petits morceaux sur une plaque de métal exposée à la vapeur d'eau bouillante; l'autre, qui est peut-être plus précis, emploie la machine pneumatique, avec la chaux ou l'acide sulfurique pour absorber toute la vapeur d'eau qui se dégage du bois, comme dans l'expérience de la congélation de l'eau par le même procédé. Dans l'un & l'autre il faut peser plusieurs fois le bois durant sa dessiccation; lorsque la dernière pesée donne les mêmes résultats que les précédentes, il est parfaitement sec.

Au reste, ces opérations nous intéressent fort peu; ce qui doit nous importer, c'est de savoir extraire du bois la plus grande quantité de charbon possible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

28e Leçon.

Le bois employé à la carbonisation ne peut jamais être tout-à-fait sec, comme celui qui a subi les opérations qu'on vient de décrire; ainsi, le meilleur ne contient pas plus de 0.4 de charbon. Il serait impossible d'en extraire davantage; c'est une limite invariable déterminée par la Théorie chimique mais il s'en faut de beaucoup qu'on atteigne cette limite.

Le procédé de carbonisation du bois, tel qu'on le pratique dans les forêts, est très-simple. On plante d'abord un pieu verticalement dans la terre, & on dispose plusieurs couches de menu bois autour de ce pieu; puis on recouvre le tas avec du gazon afin que la combustion ne soit pas trop rapide, & on y fait quelques ouvertures latérales pour l'introduction de l'air nécessaire à la combustion; puis on enlève le pieu & on jette par l'ouverture du sommet, le feu au milieu du tas qu'on recouvre ensuite avec de la terre. Il doit brûler pendant 36 heures environ. Pour que la carbonisation soit égale, on fait quelquefois une tranchée autour du tas; de cette manière, l'air s'introduit avec moins de violence.

Il ne faut pas se servir de bois trop menu, parce que son volume diminuerait de près de moitié; on n'aurait alors que

Du charbon qui se réduirait facilement en poussière, surtout en le transportant dans des pays un peu éloignés.

Ce mode de carbonisation ne donne en charbon que 0.19 à 0.18 du bois employé. Il est donc bien susceptible de perfectionnement; mais il serait difficile et peut-être impossible de le persuader à ceux qui se livrent à ce genre de fabrication, vu leur ignorance & leur opiniâtreté à suivre les vieilles routines.

On en a essayé, il y a quelques années, un autre qui produisait environ 0.22 de charbon; mais cet avantage n'a sans doute pas paru suffisant, puisque le procédé n'a pas été adopté. Il ne différait du premier qu'en ce que le bois, au lieu d'être au niveau du sol, était dans une fosse circulaire, ou environné d'un mur de terre qui préservait le charbon de l'action quelquefois trop violente de l'air. Cela nécessitait beaucoup de mouvement de terre, des déblais & des remblais, qui augmentaient le prix de la main d'œuvre; c'est probablement ce qui a empêché qu'on n'adoptât ce procédé; car, en industrie, il ne suffit pas d'avoir augmentation de produits, il faut encore que la valeur qu'on en retire surpasse de quelque chose l'accroissement des frais.

Les auteurs de cette modification ont aussi voulu essayer de recueillir les produits gazeux qui se dégagent du bois; pour y parvenir, ils plaçaient à la partie supérieure du tas de bois, un grand couvercle au centre duquel était un tuyau d'environ 2 décimètres de diamètre, qui conduisait les gaz dans des tonneaux où ils se condensaient; mais outre que ces produits étaient bien

* On vient d'imaginer en Angleterre, un procédé assez simple qui donne quelques centièmes de plus en charbon. Il consiste à mettre de la poussière de charbon dans les interstices du tas de bois à carboniser; elle brûle et augmente la chaleur en diminuant la flamme. Cette poussière, qui provient des carbonisations précédentes, était presque de nulle valeur, avant qu'on l'employât ainsi. On peut aussi remplir ces interstices avec des feuilles, fibres, des copeaux de la scierie de bois, matières qui se trouvent en abondance dans les forêts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moindres que dans la distillation du bois en vases clos, les frais d'épuration et de transport en rendaient la valeur presque nulle. (V. la 18e leçon du 5e Cours de ch. gle)

Il se fait une très-grande consommation de charbon de bois en France ; c'est le seul combustible qu'on emploie dans la plupart des hauts fourneaux, ainsi que dans un grand nombre d'usines de tout genre dans plusieurs arts & dans les usages domestiques. C'est donc un objet d'une haute importance, quoiqu'il y ait beaucoup d'usages où on pourrait le remplacer avantageusement par le coke ou par quelqu'autre moyen de chauffage. Par exemple, on en fait une consommation considérable dans la chaudronnerie pour braser le cuivre ; cependant le procédé actuel est défectueux ; on entasse une grande quantité de charbon sur ce métal qui se brûle, par conséquent, beaucoup plus loin qu'aux endroits où il doit être soudé. Les parties à souder devraient seules être chauffées. Il semble qu'on y parviendrait avec un chalumeau d'hydrogène, d'une manière analogue à celle de la lampe dont on se sert pour les soudures d'argent. C'est un perfectionnement désirable et digne d'être médité.

On a substitué le coke au charbon de bois dans un atelier où l'on travaille les cendres d'orfèvre avec la litharge, il en est résulté une économie de plus de moitié.

Depuis une vingtaine d'années, on a essayé divers moyens de perfectionnement dont le principal est celui de la carbonisation du bois en vases clos, car lorsqu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est bien conduit, on retire au moins 0.28 de charbon, indépendamment des autres produits dont on parlera ci-après; mais une grande difficulté consiste à placer l'appareil à portée des lieux où se trouve le bois à carboniser, afin d'éviter les frais de transport des bois. L'ancien procédé a l'avantage particulier de pouvoir être exécuté partout, sans déplacement d'appareils. Lorsque le bois carbonisable d'un canton de la forêt est consommé, les charbonniers se transportent dans un autre où ils en font autant, et ils n'ont ensuite à s'occuper que du transport du charbon qui n'est que le 5e ou le 6e du bois. Sous ce rapport donc, l'ancien procédé serait bien préférable, surtout si les charbonniers, en apportant un peu plus de soin à la carbonisation, parvenaient à produire une plus grande quantité de charbon. Autrement, il faudrait transporter l'appareil chaque fois qu'on changerait de canton, ou bien le bois dans le lieu où l'appareil serait établi à demeure. Dans l'un & l'autre cas, les frais de fabrication seraient considérablement augmentés.

Le procédé de carbonisation du bois en vases clos a été imaginé entièrement par M. Mollerat, il y a environ 25 ans. Alors, il présentait d'assez grands bénéfices, parce que l'un de ses produits fait partie de l'acétate de plomb qui coûtait fort cher. Il n'en est plus de même maintenant. Le procédé est beaucoup plus intéressant sous les rapports techniques que sous les rapports commerciaux; c'est le contraire dans les pays du nord où l'on ne peut pas faire de vinaigre de vin, parce que celui qu'on retire du bois le remplace.

L'acétate de plomb que fournissaient les fabriques de M. Mollerat était le plus pur qu'on eût livré au commerce. La différence de ses vinaigres à ceux d'Orléans est immense;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les premiers n'ont qu'environ 0.08 d'eau & les autres 0.08 d'acide acétique.

Les vases en plomb sont préférables à ceux en tôle pour la préparation de cet acide, parce que si le métal s'oxide, il se forme de l'acétate de plomb qui n'est pas un produit nul comme le serait celui de fer dans cette circonstance.

La manufacture de ce genre que M. Mollerat a établie à Pouilly sur Saône est très-bien placée, vu la facilité des transports, tant du bois que du charbon, que lui offre cette rivière. Plusieurs autres établissemens semblables ont échoué, parce que ceux qui les ont formés n'ont pas su se procurer les mêmes avantages. Ce n'est pas comme chimistes qu'ils se sont trompés, car il y en a de très-instruits parmi eux; c'est comme négocians, faute d'avoir calculé toutes les chances.

Les produits gazeux que fournit ce mode de carbonisation n'acquièrent quelque valeur qu'après avoir subi plusieurs opérations longues & dispendieuses, pour transformer l'acide pyroligneux en acide acétique, car le premier de ces acides est toujours mêlé avec une très-grande quantité de goudron. Il arrive souvent que la valeur ne couvre pas les frais d'épuration, comme par exemple dans les pays où le vinaigre de vin est abondant; celui de bois ne peut pas en soutenir la concurrence, quant au prix; alors il vaudrait mieux laisser dissiper les produits gazeux que de les recueillir. Cet inconvénient existe surtout dans les provinces de l'intérieur et du midi de la France, mais non dans le Nord, quoiqu'il y ait des vinaigres de bière, parce que celui de bois leur est bien supérieur. Il importe donc beaucoup de connaître parfaitement les localités avant de se livrer à une entreprise de cette nature.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En France, on se sert de vases de tôle pour la distillation du bois, parce qu'il faut moins de combustible et qu'on y emploie du bois. En Angleterre, les vases sont en fonte & chauffés avec du charbon de terre qui est à si bas prix qu'on ne cherche pas à l'économiser; il ne coûte que 2f.c le quintal. Ce qui fait encore préférer l'emploi de la tôle en France, c'est que la fonte y coûte plus qu'en Angleterre & qu'elle est de moins bonne qualité, de sorte qu'il faudrait des chaudières plus épaisses et par conséquent plus difficiles à chauffer. Au reste, on est parvenu à prolonger, pendant un an & plus, la durée des chaudières de tôle, en couvrant leur surface extérieure d'une couche très-mince de lait de chaux à chaque distillation avec un pinceau, après avoir enlevé les écailles de la couche précédente, c'est une opération assez facile. Sans ce procédé, qu'on doit à M. Chevremont, les chaudières ne duraient guère que 3 mois. #

L'appareil de carbonisation du bois en vases clos est assez compliqué; cependant le dessin qu'on en a tracé sur le tableau peut en donner une idée. (V. la fig. N°. 18.) C'est celui du pays de Galles.

Le tube par lequel les gaz se dégagent est plongé jusqu'au fond de la chaudière qui, néanmoins est pleine de bois; ils sont donc refoulés vers la partie inférieure, & la carbonisation s'opère d'une manière plus égale. Ce tube est découvert au point D, au commencement de l'opération, de sorte que les premiers produits gazeux se dissipent dans l'atmosphère; mais lorsqu'ils forment une fumée noire et épaisse qui s'enflamme au contact de la flamme du fourneau, on recouvre ce tube avec un autre, coudé, qui transmet dans des

On croit que c'est parce que le carbonate de chaux régénéré y adhère fortement à la chaudière qu'il préserve ainsi de l'action de l'air. C'est une propriété du carbonate de chaux régénéré, lorsque cette régénération s'opère sur du chlorure de chaux dans un verre, le carbonate y adhère tellement qu'on ne peut l'enlever qu'au moyen d'un acide. Le verre en paraît dépoli, au point qu'on croit quelquefois qu'il est attaqué par le chlore; mais c'est une erreur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

condensateurs ceux de ces produits qui peuvent se liquéfier. Un courant continu d'eau froide en accélère la condensation. Les tuyaux où passent les gaz sont au milieu d'autres tuyaux d'un plus grand diamètre dans lesquels coule l'eau froide. Quant aux gaz permanents et combustibles, tels que l'hydrogène pur ou carboné, on les dirige dans le foyer où ils remplacent le bois. On épargne ainsi les trois quarts de ce dernier combustible; mais il faut faire arriver l'hydrogène sous la chaudière par une plaque d'une large surface percée de plusieurs petits trous, afin que la flamme se répande uniformément, sinon la chaudière serait promptement détruite à l'endroit où s'appliquerait le dard de la flamme. Le foyer doit être très-étendu.

Il convient d'avoir au moins deux chaudières pour faire succéder les distillations sans interruption et profiter de la chaleur qui reste dans le fourneau. On les met dans une situation horizontale pour les remplir de bois, et on les place sur le fourneau au moyen d'une grue avec laquelle on les enlève aussi après l'opération, pour faire refroidir et ôter le charbon qu'elles renferment.

Ce charbon est ordinairement plus léger d'un 5e que celui qu'on fabrique dans les forêts, parce que l'opération est beaucoup plus rapide; elle ne dure que 5 à 6 heures. Il est par conséquent moins propre que l'autre à plusieurs usages. Cependant il y a des moyens de l'obtenir aussi compacte, en le soumettant, par exemple à une pression artificielle durant la carbonisation. On y parviendrait aussi en la prolongeant; mais on consommerait plus de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

combustible; Sous ce dernier rapport, il y a donc à peu près compensation. D'ailleurs, le charbon léger est quelquefois préférable à l'autre.

La différence de ces deux espèces de charbon est produite par la même cause que celle des cokes résultant de la distillation de la houille ou de sa combustion à l'air libre. Dans le premier cas, la houille étant exposée à une chaleur brusque & violente, les matières gazeuses s'en dégagent rapidement, et en écartent davantage les pores. C'est un inconvénient, car le coke a d'autant plus de valeur qu'il est plus pesant.

Le charbon le plus hydrogéné est celui qui convient le mieux pour les hauts fourneaux; il a cette propriété quand il n'est pas trop calciné.

Le goudron qu'on obtient par la carbonisation du bois en vases clos n'a aucune valeur; il ne peut pas être substitué à celui qu'on extrait du sapin, parce qu'il est toujours mêlé avec une peu d'acide acétique qui le rend soluble, de sorte que la moindre pluie l'enlève aux corps qui en sont enduits.

L'acide pyroligneux aurait plus d'importance qu'il n'en a, si son épuration, pour en extraire l'acide acétique, était plus facile; mais on n'y parvient qu'après dix ou douze opérations longues & fastidieuses; encore n'en retire-t-on pas plus d'un pr. cent du poids du bois. (V. la 2e formule) ~~p. 246.~~ Voici quelques

détails sur la manière dont on procède à cette épuration.

Après avoir fait chauffer l'acide pyroligneux pendant 5 à 6 jours, & en avoir enlevé toute l'écume qui s'y produit & qui n'est autre chose que l'huile empyreumatique ou le goudron formant au moins les 0.9 de l'acide pyroligneux, on sature le résidu avec de la chaux, en le faisant bouillir; il se forme donc de l'acétate de chaux; ensuite on y ajoute du sulfate de soude. Ces deux sels se décomposent & font un échange de base, de sorte qu'il en résulte un acétate de soude très-soluble & du sulfate de chaux insoluble qui, en se précipitant, entraîne une portion du goudron qui était encore resté dans la chaudière. Il est nécessaire d'enlever aussi ce précipité afin qu'il ne forme pas une croûte sur les parois de la chaudière qui, alors n'étant plus en contact avec le liquide, serait calcinée promptement par l'action du feu.

Lorsque tout le sulfate de chaux s'est déposé, on décante ou on filtre la dissolution d'acétate de soude, puis on la concentre & on la fait évaporer dans des cristallisoirs. La première cristallisation est encore mêlée d'une assez

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande quantité de goudron qu'on enlève en faisant fondre, dissoudre & cristalliser de nouveau l'acétate de Soude. Il est aussi pur que possible, quoique les cristaux soient noirs, après la dernière cristallisation; car cette opération est un excellent moyen de purification.

L'acétate de Soude étant ainsi bien purifié, on le fait dissoudre dans de l'eau & on y mêle une quantité convenable d'acide sulfurique; cet acide s'emparant de la base de l'acétate, il se fait un sulfate de Soude qui cristallise; & l'acide acétique est donc rendu libre, mais mêlé avec plus ou moins d'eau & un peu de sulfate de Soude qui a échappé à la cristallisation. On concentre & on purifie l'acide acétique par la distillation. Lorsqu'il est bien-concentré il ne contient qu'environ 1/12 de son poids d'eau, & il reste solide même à 16° au dessus de zéro. On l'emploie à divers usages, principalement à faire de l'acétate de plomb par les procédés connus en chimie. On en fait aussi d'excellent vinaigre de table en le mêlant avec 5 ou 6 parties d'eau; cependant il conserve une

saveur qui n'est pas fort agréable, mais qu'on lui enlève facilement en y ajoutant un peu d'eau de vie, environ 2 petits verres par litre.

On voit par ces détails combien est difficile l'extraction de l'acide acétique du bois, outre les dépenses qu'elle nécessite & qui surpassent quelquefois la valeur du produit ; c'est pourquoi l'on a dit qu'à moins que le succès de l'entreprise ne fût favorisé par des circonstances locales, il vaudrait mieux laisser dissiper les matières gazeuses du bois que de les recueillir ~~(Voir la leçon du 11 mars 1834)~~

Dans la prochaine séance, nous nous occuperons de la fabrication & des emplois du fer.

BIB CNAM

BIB CNAM RESERVE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIB CNAM
RESERVE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires