

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 n° 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](mailto: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	
	Conservatoire des arts et métiers. Chimie industrielle. Professeur : M. Clément-Desormes. Journal des cours de 1825 à 1830
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	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	Chimie appliquée aux arts. Journal du cours de 1825. au Conservatoire des arts et métiers. Par J. M. Baudot. Mr Clément Desormes. Professeur
Adresse	[s.n.] : [s.l.], 1825-1826
Collation	1 vol. (237 f.) ; 21 cm
Nombre de vues	481
Cote	CNAM-BIB Ms 146
Sujet(s)	Chimie industrielle Extraction (chimie) Vapeur, Technique de la Métallurgie Chimie agricole

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?MS146

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 19^e 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 plagats \(...\)](#) »

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.

Des

État (2)

Ms 146

3. cahier.
Volume.

Primie

Appliquée aux arts.

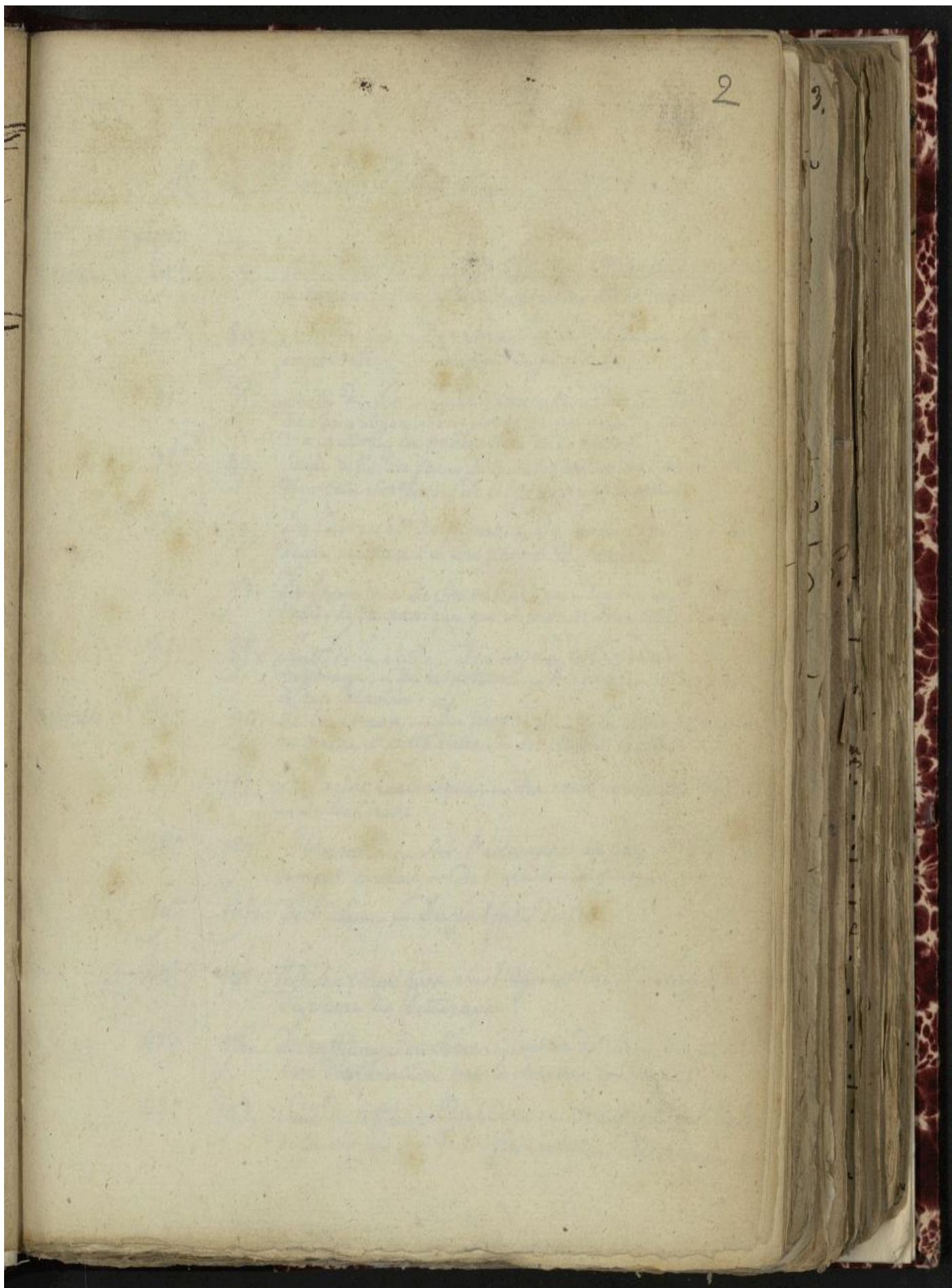
Journal du
Cours de 1825.

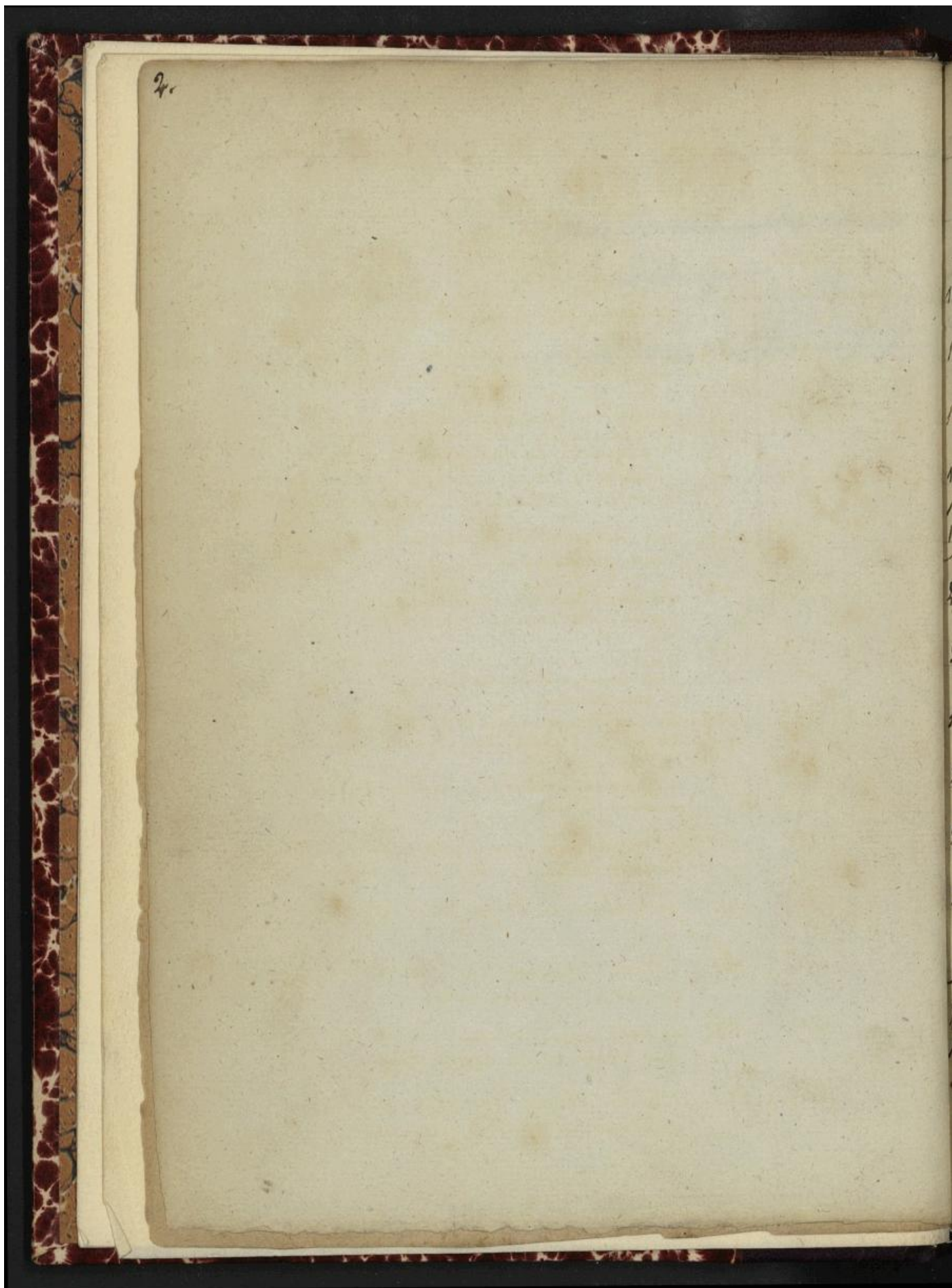
au Conservatoire des arts & métiers.
Par J. M. Maudot.

M. Clement Desormes, Professeur.



Baudot, Rue de
~~Montpellier~~ ~~Boissac~~
~~no 5.~~
~~Lavie~~ ~~no 11.~~





Chimie industrielle. (3.^e Cahier.)

M. Clément Desormes, Professeur.

1828.	Leçon.	Page.	
10 mars.	29 ^e	7.	Résumé de l'appareil fumivore. — Nouvelles notions sur la carbonisation. — De la fabrication et de la condon ^{te} du fer.
12.	30 ^e	29.	Suite du fer. — Des usages de la fonte. — De son importance. — De sa température.
14.	31 ^e	38.	Suite du fer. — De la fabrication du fer forgé. — De son usage. — Des fontes en fer. — De la nécessité d'accroître la production de ce métal.
17.	32 ^e	47.	Suite & fin du fer. — De la fabrication de l'acier Des divers sorts. — De la gravure sur acier.
19.	33 ^e	59.	Du cuivre et du plomb. — Du laminage de ces deux métaux. — Du plomb de chasse.
21.	34 ^e	73.	De la soude. — De son extraction — Des moyens d'absorber l'acide hydrochlorique qui se produit dans cette opération.
24.	35 ^e	89.	Suite de la soude. — Des moyens de la produire. — De son raffinage. — De la potasse. — Des usages et de l'usage de ces alcalis.
18 Avril.	36 ^e	99.	De la chaux. — Des mortiers. — De la chaux hydraulique naturelle et artificielle. — Du ciment Parker.
20.	37 ^e	111.	De l'acide Carbonique. — Des eaux minérales factices. — De la Céruse.
21.	38 ^e	127.	Observations sur l'éclairage au gaz et sur le ciment Parker. — De l'acide sulfureux.
23.	39 ^e	148.	De l'alun. — Du sulfate de fer.
28.	40 ^e	161.	Notions chimiques sur l'agriculture. (Des engrais) — Du sucre de betterave.
27.	41 ^e	176.	Du raffinage du sucre. — Cuisson des sirops &c. — De leur décoloration par le charbon animal.
28.	42 ^e	193.	Suite du raffinage du sucre. — Avantages de l'emploi de la vapeur. — De la fermentation alcoolique.

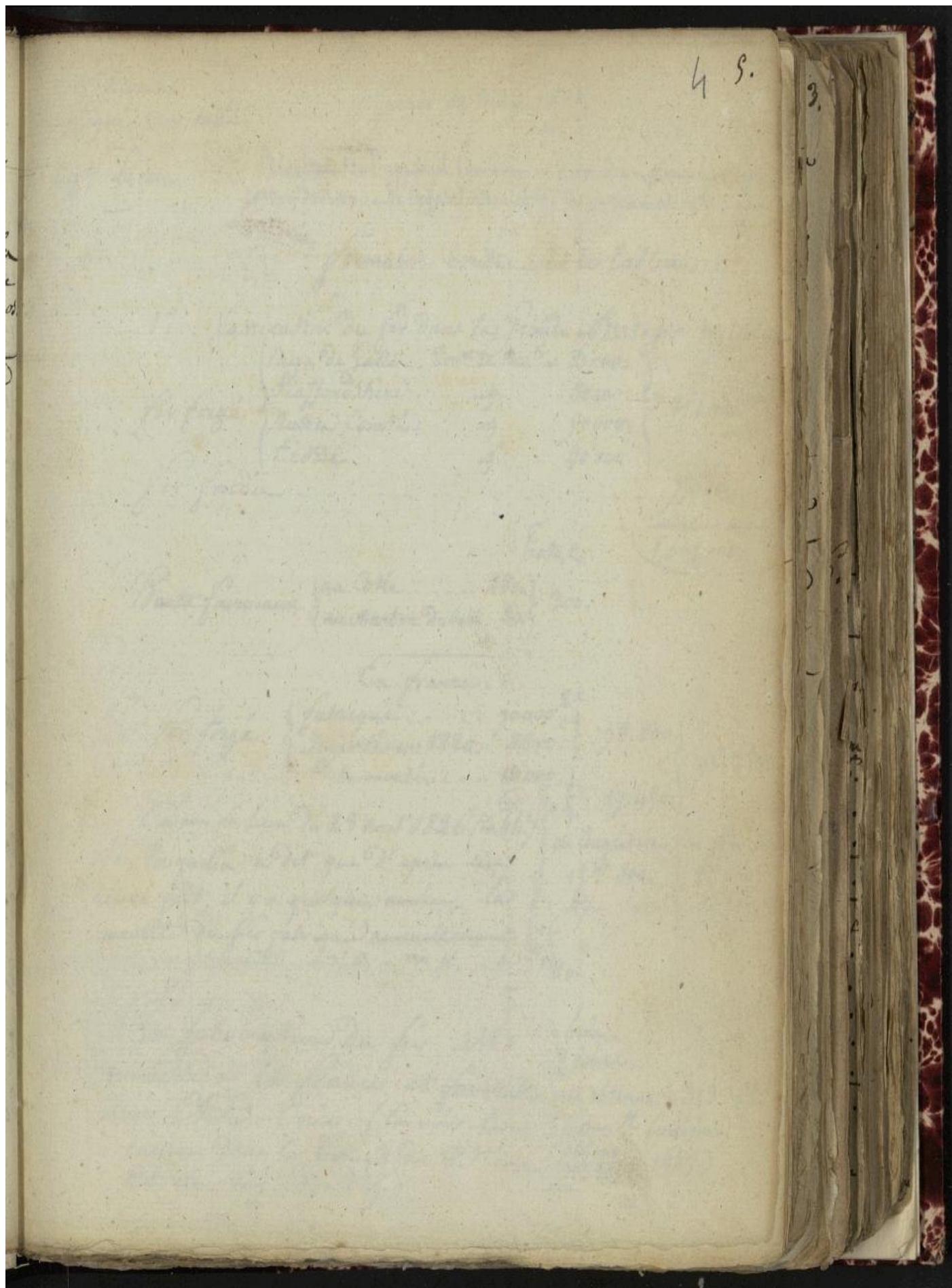
4.

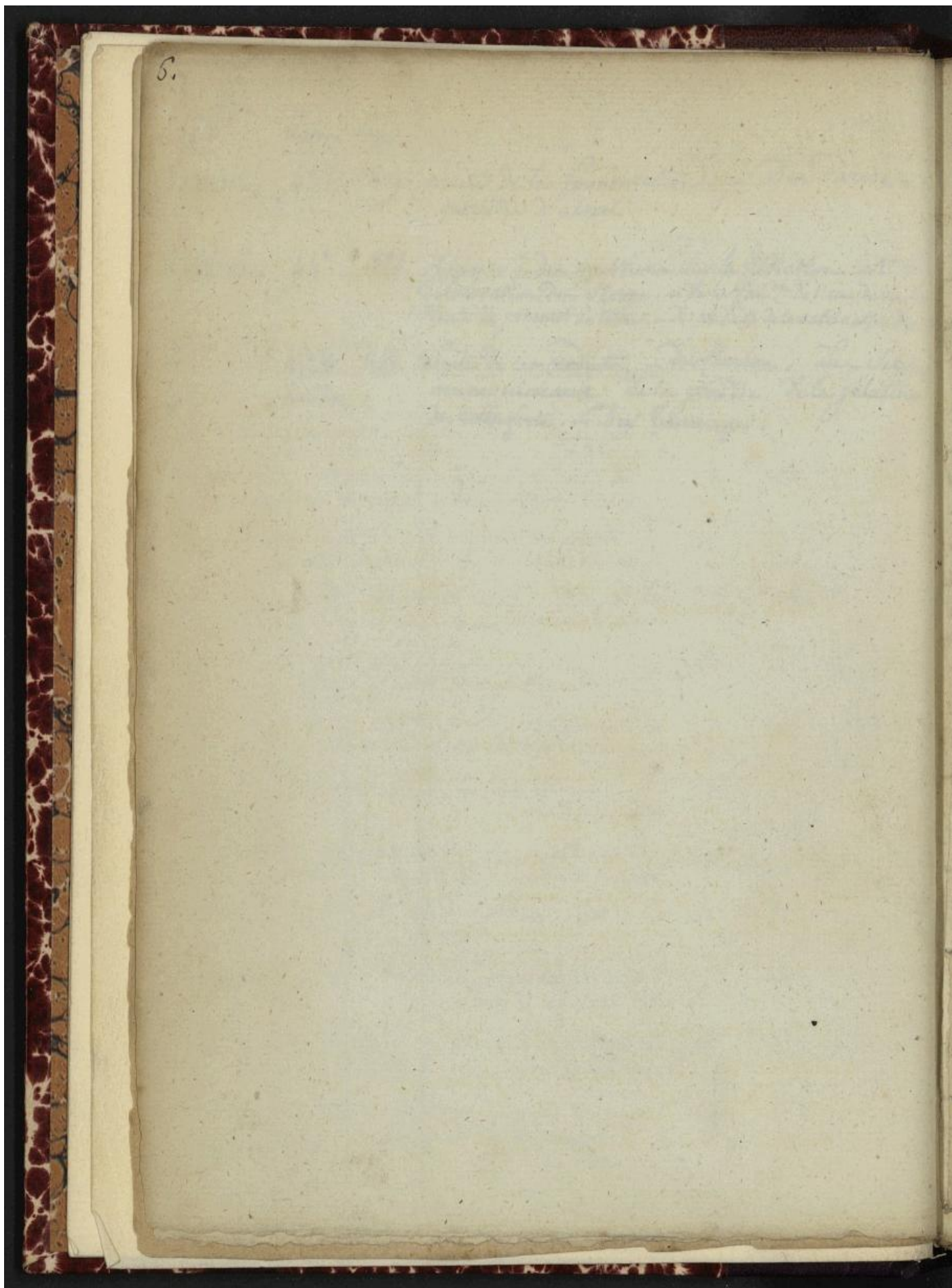
1828. Lecons. Sayer.

30 avril. 43°. 209. Suite de la fermentation. - Des diverses
qualités d'alcool.

2 Mai. 44°. 224. Réponse à des questions sur la filtration et la
décoloration des sirops. - De la fab^{on} de l'eau de vie de
peule de pommes de terre. - Des produits de la calcination des os.

4. 45°. 242. Suite de ces produits. - Du charbon. Des sels
ammoniacaux. De la graisse. De la gélatine
ou colle forte. - Du tannage.





Chimie
appliquée aux arts.

29^e Leçon.

Jeudi 10 Mars 1828.

7 7.

Résultats de l'appareil fumivore. - Nouvelles notions sur la
carbonisation. - De la fabrication et de la consommation du fer.

Formules écrites sur le Tableau.

1^o Fabrication du fer dans la Grande-Bretagne en 1820.

fer forgé	{	Pays de Galles. Con ^e de 1000 ^k = 81000.	} 291000 ^{ex}
		Staffordshire. " 80000.	
		Autres Comtés " 50000.	
		Ecosse. " 40000.	
fer fondu	-	750000.	

Total 1,001,000.

Autre fourneaux { au coke 280. } 200.
 { au charbon de bois 20. }

En France.

fer forgé.	{	fabriqués 70000 ^{ex}	} 78,800.
		Importés en 1820. 8800.	
		to moullés . . . 12000.	
			17,450.
			96,250.

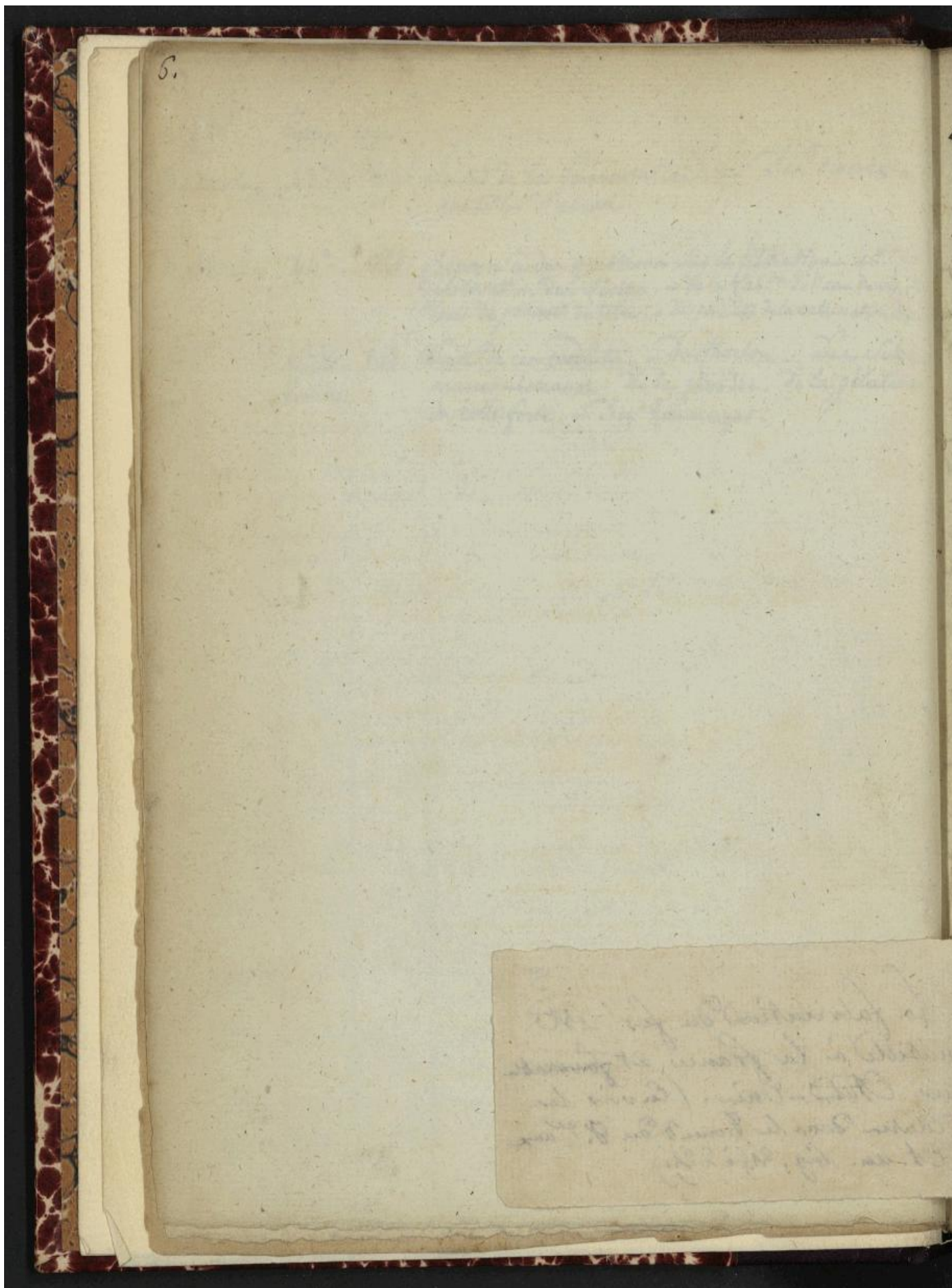
Dans la nuit du 23 août 1826 (la 41^e)
M. Piquetlin a dit que d'après un
relevé fait, il y a quelques années, la
quantité de fer fabriquée annuellement
en Angleterre. en France.

15 ^k 800.	2 ^k 600.
47. "	0. 580.

1/6
1/30.

La fabrication du fer est
nuisible à la France et favorable
aux Etats-Unis. (En voir les
causes dans le tome 3 du 8^e aux
Et. un. Ang. 21 à 22h.)

bois.
3 jours.
mte obtenue = 31336^k.
66000^k (environ)
 $\frac{466000}{31336} = 1487.$



29^e Leçon.

7 7.

Résultats de l'appareil fumivore. - Nouvelles notions sur la carbonisation. - De la fabrication et de la consommation du fer.

formules écrites sur le Tableau.

1.^o Fabrication du fer dans la Grande-Bretagne en 1820.

	County of Galles.	Con ^t de 1000. ^h	= 81000.	} 291000 £ st
fer forgé	Staffordshire.	us	80000.	
	Autres Comtés	us	50000.	
	Ecosse.	us	40000.	
fer fondu				750000.

Total 1,001,000.

Boute fournaux { au Coke 280. } 200.
 { au charbon de bois 20. }

En France.

En France.
fer forgé. { *fabricuée.* 70000.^{ex}
 { *Importée en 1820.* 8800.
 { *à moulée.* 12000.
 { *à moulée.* 6000.
 { *à moulée.* 1000.

Donc la lion du 23 aout 1826 (la H.),
M. Parguelin a dit que d'après un
relevé fait, il y a quelques années, la
quantité de fer fabriqué annuellement
en France était d'environ 150 M^{ou} H. et
près d'un tiers de plus qu'en Angleterre.
Au reste, ce n'est pas la première fois
qu'il s'est trouvé en contradiction avec
M. Clement.

en Angleterre.	en France.
1 ^{re} 800.	2 ^e 600.
2 ^e "	0. 880.
1/6	
1/80.	

De boir.

23 jours.

Fonte obtenue = 31336^g.K

466 000 R (environ)

$$\left(\frac{466000}{313365} = 1487. \right)$$

Книга

1. The first is a general statement of the facts of the case, and of the evidence in support of each party's claim. This is done in a clear and concise manner, and is the foundation of the entire case.

Chimie
appliquée aux arts.

Jeudi 10 Mars 1828.

7 7.

29^e Leçon.

Résultats de l'appareil fumivore. - Nouvelles notions sur la
carbonisation. - De la fabrication et de la consommation du fer.

Formules écrites sur le Tableau.

1^o Fabrication du fer dans la Grande-Bretagne en 1820.
Pays de Galles. Cons^e de 1000^k = 81000.
fer forgé { Staffordshire. 49 80000.
Autres Comtés 49 50000. } 291000^{ex}
Ecosse. 49 40000.
fer fondu ----- 750000.

Total 1,001,000.

Haute fournaux { au coke 280. } 200.
{ au charbon de bois 20. }

En France.

fer forgé. { fabrique. 70000^{ex}
Importé en 1820. 8800. } 78,800.
fer fondu. { fonte moulée. - - 12000.
Importée. - - - 5450. } 17,450. } 96,250.

Consommation par individu. { fer forgé 15^k 800. } en Angleterre. en France.
{ fonte. 47. " } 2.^k 600.
0. 580.

Rapport { du fer = $\frac{1}{6}$
{ de la fonte = $\frac{1}{80}$.

2^o Fer fondu au charbon de bois.

Durée du travail en un an = 6 mois et 23 jours.

Minerais limonneux employés = 1,080,000^k ; fonte obtenue = 313 365^k.

Charbon 847 2 mesures de 55^k chaque = 466 000^k (environ)

1000^k fonte exigent 1487^k charbon ($\frac{466000}{313365} = 1487$.)

Le coût varie de 12 à 18^f les 100^k.

En nous parlant dans une des leçons précédentes, d'une lettre qu'il avait reçue d'un tanneur de Savin, (cf. la note d, 26^e leçon) le professeur avait promis d'y répondre après avoir vérifié les faits qu'elle contenait; mais il a reconnu que les détails, d'ailleurs fort intéressants, dans lesquels on était entré, se rattachent à la pratique même de la Tannerie qu'il se propose de traiter spécialement dans la suite du cours; c'est alors qu'il nous les fera connaître.

Il devait aussi nous communiquer les résultats d'une expérience sur l'appareil fumivore dont il nous a parlé dans la leçon du 28 fév 84; (la 28^e) mais il a été impossible de les recueillir avec exactitude. Ces expériences ont une difficulté bien grande à surmonter, ce n'est pas dans le mécanisme de l'appareil qu'elle consiste, ni dans le procédé de l'opération; elle est toute morale et dans la mauvaise volonté des gens qu'on est forcé d'y faire coopérer. En général les ouvriers, et principalement ceux qui sont tout-à-fait dépourvus d'instruction, sont contraires à toute idée d'innovation; ils font tout ce qu'ils peuvent pour entraver le succès des expériences auxquelles leur concours est nécessaire, comme cela est arrivé dans la circonstance dont il s'agit. Quelque bornés qu'ils soient d'ailleurs, leur déplorable esprit de routine et leur opiniâtreté trouvent toujours des ressources pour mal faire. Ainsi, dans cette expérience, le chauffeur, qui tenait à ce qu'on n'adoptât pas le nouvel appareil, y a consommé plus de combustible qu'il ne devait, parce qu'on ne pouvait pas le surveiller continuellement. Mais il y avait un moyen de reconnaître la supériorité du nouveau procédé, malgré les artifices du chauffeur; c'est en comparant la température de l'eau qui sort du

condensateur, de la machine à vapeur dans les deux cas, après qu'elle a produit la puissance mécanique qu'elle est destinée à produire. Supposons que la chaudière reçoit en une heure 6000 K. d'eau froide à 10° , ce qui est facile à vérifier, et que l'eau qui sort du cylindre a une température de 40° ; elle en a par conséquent acquis 30 dans le premier cas; mais dans le second, la température est de 43° et l'accroissement de 33° ; c'est donc un 10° de plus, et il a fallu plus de combustible pour l'obtenir. Ainsi, la supercherie du chauffeur a augmenté la consommation du charbon de 10 p. 100 sous ce rapport seulement; de plus, il aurait pu en économiser encore une mesure sur 15 en suspendant le feu pendant les heures de repos, comme il en est convenu lui-même. On peut donc en conclure, malgré les résultats contraires que l'appareil fumivore dont il est question produirait une économie de 0.16 à 0.17 sur le combustible. — En Angleterre, elle est de 0.20. Mais pour réussir dans ces sortes d'expériences, il faudrait comme dans celles des sciences, n'en confier le soin à personne; on n'est bien certain des résultats que lorsqu'on s'en occupe soi-même. Or, pour celle-ci, il aurait fallu rester 4 à 5 jours près du fourneau, sans le quitter un seul instant, de crainte de quelque autre supercherie de la part du chauffeur; c'est ce que notre professeur n'a pu faire, et ce qui le force à ne nous donner que des conjectures.

Il a oublié de nous garder, dans la dernière

leçon, d'un nouvel appareil imaginé par M. Mollere pour la carbonisation du bois dans les forêts. Il ressemble beaucoup à celui de la distillation; mais il est plus simple. Il se borne à une chaudière qu'on place dans un trou creusé en terre et qu'il est inutile de faire aussi profond que la chaudière parce que la terre qu'on en retire et qu'on relève sur les bords forme un bourrelet qui s'élève au-dessus de cette chaudière. On n'a pas besoin non plus de construire un fourneau ni d'avoir les accessoires nécessaires pour la purification des produits gazeux puisqu'on ne les recueille pas. On pose la chaudière sur des briques placées au fond du trou, & on la recouvre d'un couvercle au centre duquel est un tuyau destiné à conduire au foyer ceux de ces produits qui peuvent alimenter le feu, tels que le goudron, l'hydrogène &c. Il faut cependant avoir aussi une grue pour enlever la chaudière hors du foyer et l'y replacer, comme dans le procédé de la distillation. (V. la 28^e leçon.) Celui dont il est question ici devant produire de 0.25 à 0.28 de charbon au lieu de 0.15 à 0.18 que donne celui qu'on exécute à l'air libre, il doit procurer d'assez grands avantages, malgré les frais de l'appareil qu'on peut, d'ailleurs, transporter facilement d'un lieu à un autre.

Le charbon de bois qu'on emploie dans les forges et les hauts fourneaux ne doit pas être entièrement carbonisé; il convient qu'il contienne

encore des substances gazeuses; il donne alors beaucoup plus de chaleur.

La vapeur d'eau peut carboniser le bois, car il n'y a aucune substance animale ou végétale qui puisse résister à l'action continue de cette vapeur. Cette découverte, néanmoins, est due au hasard; c'est en remplissant avec un bloc de bois une partie de la capacité d'un cylindre à vapeur, qu'on observa ce résultat; on s'aperçut, au bout de quelque temps, que le bloc était carbonisé. Il est vrai que la machine à vapeur était de 4 à 5 atmosphères; ce qui exige une température d'environ 150.° pour la vaporisation de l'eau.

Le charbon est plus hydrogéné que l'autre et brûle mieux. C'est avec du charbon de cette qualité qu'on fabrique l'excellent poudre anglaise que M. Lefèvre est parvenu à imiter en France, peut-être même à surpasser. Comme il est moins calciné que celui qu'on emploie à d'autres usages, on doit en retirer plus de 0.28 du bois.

Plusieurs artisans et entre autres les fondeurs en cuivre ont remplacé avantageusement le charbon de bois par le coke. M. C. en connaît un qui consommait autrefois 1500 livres de charbon par jour; à 7^e la vie, c'était une dépense de 105^{fr}. Maintenant 12 quintaux de coke qui ne lui coûtent que 40^{fr}, lui font le même service; il en résulte donc une économie de plus de 2000^{fr} par an.

En France, un des emplois les plus importants du charbon de bois est pour la fabrication du fer.

Le métal est le plus intéressant de tous, principalement dans un cours de chimie industrielle; car nous n'avons pas de mines de ce métal réputées.

précieux, l'or, l'argent &c. D'ailleurs, ce serait aux professeurs de l'Ecole des Mines & des autres Cours de Chimie ou de minéralogie qu'il appartiendrait d'en parler.

Considéré même sous le rapport des richesses, le fer est encore au premier rang, vu son abondance et le nombre presque infini des usages auxquels on s'emploie. Aujourd'hui c'est le métal par excellence; c'est celui qui contribue le plus à la prospérité d'un pays. Plusieurs économistes ont dit avec raison qu'on pourrait juger du degré de civilisation d'un peuple par la quantité de fer qu'on y consomme et la manière dont on le travaille.

La revue d'Edimbourg, ouvrage périodique, publié, il y a quelques années, un article comparatif de l'industrie anglaise et de l'industrie française où la consommation du fer dans les deux pays lui servait de point de comparaison. Quoiqu'il fût injurieux et même injuste à quelques égards pour notre industrie, on ne peut nier qu'il ne contînt des réflexions judicieuses et quelques vérités utiles dont nous devrions faire notre profit. Il y a en France un grand nombre de villages où l'usage du fer est presque inconnu; les fermetures des maisons sont en bois; la plupart de leurs ustensiles et même de leurs instruments aratoires sont aussi en bois; cependant tout ce qui pourrait être remplacé par le fer serait bien préférable sous beaucoup de rapports. Toutes les machines à filer, à tisser, à tresser &c. &c. dont le bâti est en fer, sont bien plus exactes; c'est même le seul moyen d'en avoir de bonnes. En

Angleterre, il n'y en a pas d'autres; non seulement le fer y est substitué au bois dans presque toutes les circonstances, puisqu'on en a fait même des mâts de vaisseaux, mais encore on le substitue à plusieurs constructions en maçonnerie; enfin il y est d'un usage universel.

On a fait remarquer, dans la première formule ci-dessus, combien est grande la différence qui existe à cet égard entre l'Angleterre & la France. La consommation du fer forgé est dans le rapport de 6 à 1, et celle de la fonte de 80 à 1, en faveur de l'Angleterre. Cette consommation y est même directe, car on en exporte fort peu. On en est moins étonné lorsqu'on sait que les Anglais l'emploient à faire des maisons, des routes, des canaux &c. Les tuyaux dont ils se servent pour la conduite des eaux ou du gaz hydrogène ont bien d'autres dimensions que les nôtres. Les plus grands que nous ayons vu à Paris ont environ 0.^m 28 de diamètre, et ceux de Liverpool, ville dont la population est bien inférieure à celle de Paris, ont plus de 0.^m 60. Ils ont aussi une épaisseur plus grande et proportionnée au diamètre.

Pendant un des voyages de notre professeur en Angleterre, un manufacturier a fait construire un aqueduc en fonte qui portait d'une colline à une autre, un courant d'eau dont il devait se servir comme force motrice. Une semblable entreprise paraît gigantesque; cependant c'est un simple particulier qui s'en est fait exécuter.

Le nombre des hauts fourneaux pour la fabrication du fer est très-grand en Angleterre;

ils sont presque tous alimentés par le coke, combustible extrêmement abondant et à très-bas grise, ce qui favorise cette fabrication. Ceux où l'on consomme du charbon de bois sont destinés à produire du fer d'une qualité qu'on n'obtient pas avec le coke; c'est celui dont on fait de la tôle très-mince et du fer blanc. Celui qui sort des hauts fourneaux au coke ne vaut rien pour ces usages; il s'écaille quand on le passe au laminoir; mais si il est inférieur à l'autre sous ce rapport, il est une infinité d'autres emplois auxquels il est propre et peut-être préférable. On est dans l'erreur en France sur le fer fabriqué avec le coke; on croit communément qu'il n'est bon à rien; mais n'en faut-il pas pour des usages très-variés chaque qualité trouve son emploi particulier. En Angleterre, il y en a de 7 à 8 qualités différentes, et tout s'y consomme.

Les renseignements sur la fabrication du fer en France, indiqués dans la formule précitée, ont été puisés dans l'ouvrage de M. Chaptal, qu'on ne peut pas récuser comme peu favorable à l'industrie française. Les importations sont extraites des états des Douanes. On voit que les quantités sont misérables, si on les compare à celles de l'Angleterre. Il faut dire aussi qu'il est trop cher en France; c'est ce qui contribue beaucoup à en restreindre la consommation.

Depuis l'institution du cours de chimie industrielle ces considérations ont été mises bien souvent sous les yeux de l'auditoire, dans l'unique but d'exciter notre émulation, et de diriger les esprits vers les idées de perfectionnement dont est susceptible cette branche d'industrie si importante et si féconde en richesses.

Entefer, il ne suffit pas, pour s'y livrer avec succès, d'avoir toutes les connaissances requises sous le rapport de l'art; il faut y joindre encore ce qu'on appelle le talent commercial. Une des choses qui importent le plus, c'est la situation de l'établissement. Les matériaux forment une masse considérable; pour peu qu'il y ait de faux frais, par les transports qu'ils nécessitent, on échoue. Si un établissement ayant, par exemple, une machine à vapeur de 60 chevaux et les accessoires indispensables, manque de minéral, il est obligé de suspendre son travail; il en est de même si il manque de castine, pierre calcaire qui sert à la fusion du minéral; également encore si c'est le charbon qui manque ou si il est de mauvaise qualité. Le transport de ces matières coûte énormément, si il faut les faire venir de loin, et il en résulte des pertes inévitables. Il convient donc d'examiner soigneusement toutes les circonstances d'un établissement de ce genre, avant de le former. C'est pour avoir négligé des semblables précautions que des entrepreneurs, très-intelligents d'ailleurs, y ont fait de mauvaises affaires. Mais malheureusement, la France est peu favorisée dans le gisement des trois matières nécessaires à la fabrication de la fonte, minéral, castine & houille. Quoiqu'abondantes, il est extrêmement rare qu'elles soient à proximité les unes des autres. En outre, les transports sont très-pénibles dans la plupart des lieux où elles se trouvent. Ainsi, dans l'état actuel des choses, pour porter la houille de Ribe de Gier au canal le plus voisin, il en coûte trois fois plus que si il y avait un chemin en fer.

Il existe pourtant quelques établissements qui donnent d'heureux résultats; on cite, entre autres, celui de St Chamond (Loire) et celui de M. De Wendel, dans le département.

De la Moelle. On a introduit avec succès, dans ce dernier, les procédés de fabrication usités en Angleterre. Ceux qui voudraient se livrer à ce genre d'industrie ne sauraient mieux faire que d'aller visiter les hauts fourneaux des forges Anglaises, y étudier les procédés qu'on y emploie, en un mot, s'y mettre en apprentissage. C'est ce qu'a fait un des auditeurs des Cours précédens qui se destine à cette profession. Il est maintenant près de M. Th. Lyle.

On fabrique très-peu de fer avec le coke en France, la presque totalité se fait avec le charbon de bois.

Il serait inutile de donner ici la description d'un haut fourneau, appareil assez compliqué; il en existe des modèles dans les galeries du Conservatoire.

On ne peut pas non plus entrer dans tous les détails de la fabrication du fer; cela serait trop long. Ceux qui voudront les connaître à fond pourront consulter les traités spéciaux sur cette matière. On se bornera donc à dire qu'après avoir mis du charbon dans le fourneau on y place alternativement des couches de minerais et de castine; puis on fait passer au milieu du foyer un très-grand courant d'air, au moyen d'un ou de plusieurs soufflets mis en mouvement par une chute d'eau et quelquefois par une machine à vapeur.

Autrefois on était dans l'usage de laver le minerais limoneux dans un courant d'eau pour le dégager de la terre qui s'y trouvait mêlée; mais on a reconnu qu'en ne le lavant pas, il produit plus de fer. Le minerais qui se trouve dans les terrains d'alluvion, est celui qui donne le meilleur fer, et il y a proportionnellement plus de métal dans les matières terreuses que dans la roche. Il est donc nécessaire d'analyser soigneusement un minerais avant de procéder à l'opération du lavage. Cette analyse se

fait de deux manières, par la voie humide & par la voie sèche. On en trouve les détails dans plusieurs ouvrages. Les minerais les plus ordinaires donnent à l'analyse de 28 à 30 p 100; lorsqu'on en retire moins de 28, on doit les réputer mauvais & ne pas les employer. Il en est quelques-uns qui donnent 68 à l'essai; ils se trouvent entre Besançon et Jéboul. On y a aussi découvert tout récemment une mine de houille d'environ un mètre & demi d'épaisseur. Il existe également près de Lyon une mine de 13 mètres d'épaisseur, dont le minerai contient de 40 à 50 p 100 de fer. La France abonde en bons minerais & en charbon; mais, ainsi qu'on s'a dit plus haut, ils ne sont pas voisins l'un de l'autre comme en Angleterre. Près de S. Etienne, il y a de riches mines de houille qu'on n'exploite pas, parce qu'il y a trop peu de minerai de fer, et que la houille n'aurait pas de débouché. Il en est de même dans le département de l'Aveyron; on y trouve des bancs de houille d'une très-grande étendue, ayant 66 mètres d'épaisseur et à fleur de terre, comme dans le pays de Galles; ce sont des richesses inutilisées. La Castine manque aussi à S. Etienne, comme dans tous les pays où le terrain est primitif.

On a donné, dans la 2.^e formule ci-dessus, le compte de fabrication du fer, d'après les résultats obtenus dans la plupart des usines françaises. On réduit à environ 7 mois la durée du travail d'une année, parce que l'usine dont les produits ont servi de base à ce compte est située sur le réservoir d'un étang qui est souvent à sec, et dont la chute d'eau faisant mouvoir les soufflets est par conséquent interrompue. Avec un courant continu, ou une machine à vapeur, la quantité de fer fabriquée

annuellement serait d'environ 600000 K^m au lieu de 313000. Cependant ce serait encore bien au dessous de ce qui se fabrique dans plusieurs usines Anglaises. Il y en a une entre autres, dans le pays de Galles, où l'on en fait 150000 K^m par jour; elle en donne donc autant en deux jours que celle dont on vient de parler dans toute la durée de son travail annuel.

Le prix de la fonte varie suivant les circonstances. Lorsqu'il ne revient qu'à 12^{fr} le quintal métrique, ce n'est pas trop cher.

(V. les 33^{es} & 34^{es} leçons du cours de 1826.)

On traitera de la fonte moulée et de ses usages dans la leçon prochaine.

Chimie
appliquée aux arts.

30^e leçon.

Samedi 12 Mars 1828.

13 19.

Suite du fer. - Des usages de la fonte. - De son importance
de sa température.

Formules écrites sur le tableau.

1^{re} fabrication du fer en Ecosse en 1820, (à Calder.)
Matériau pour 1000 K^u de fonte.

Minérai spathique 3000 à 8^e 8^e le 1000 = 26. 28.
Bouille 6 à 7000 K^u à 4^e (si réduit à 0.55 de coke = 3850 K^u) = 28. "
Pierre à chaux, 750 à 1000 K^u à 10^e = 10. "

Revient de 1000 K^u fonte = 64. 28.
Conversion en fer. Bouille brûlée, 500 K^u à 4^e = 2. "

Revient de 800 K^u fer en barre = 66. 28.
de 1000 K^u = 82. 80.

Moteurs, machines, fourneaux, main d'œuvre et frais
généraux. Indéterminés.

Prix du fer fondu. (les 1000 K ^u)				Prix du fer forgé. (les 1000 K ^u)			
n ^o 1. 160 ^e	n ^o 2. 150 ^e	n ^o 3. 140 ^e	n ^o 4. 130 ^e	n ^o 1. 450 ^e	n ^o 2. 420 ^e	n ^o 3. 328 ^e	

2^{re} fabrication du fer en France dans une bonne position.

Minérai spathique. 3500 K^u à 12^e le 1000 ou le 1000 = 42. "
Bouille 6 à 7000 K^u à 12^e 50. = 37. 50
Pierre calcaire, 1000 à 6^e = 6. "

Main d'œuvre, administration, frais généraux. = 36. "

Revient de 1000 K^u fonte = 171. 50.
Bénéfice supposé de 15 % = 25. 72.

Prix de vente. = 197. 12.

Produit de deux hauts fourneaux. 10000 K^u x 2 = 20000.

3.^o Température de la fusion de la fonte.1^K de fonte fondante = 208 Calorim.

Chaleur spécifique de la fonte = 0.116 de celle de l'eau.

$$\text{Température } 1000 : 116 :: x : 208 \Rightarrow x = \frac{208000}{116} = 1797.0$$

1^K fonte fondue = 298 Calorim.

Chaleur de fusion = 298 - 208 = 90 Calorim.

1^K Charbon de bois ou bon coke = 7080 Calorim.

$$\frac{7080}{298} = 24 \text{ K. fonte liquide. } 1 \text{ K. fonte} = 0.042 \text{ charbon}$$

Donc 1000 K. fonte = ~~298~~ 42 K. de charbon ; $\frac{298}{7080}$
 on en consomme 1460 K.

4.^o Analyse de la fonte.

	fonte grise.	fonte blanche.
fer	93. 29.	96. 24.
Charbon	2. 76.	0. 66.
Silicium	2. 31.	1. 48.
Manganèse	0. 64.	1. 52.
Cuivre	0. 08.	0. 08.
Phosphore	0. 21.	" 4
Soufre. des traces	" "	" "

5.^o Élasticité de la fonte douce et nerveuse.

Georges Benie.

$$1 \text{ Centimètre carré} = 1350 \text{ K}$$

Élasticité du fer de 1.^{re} qualité, nerveux.

$$1 \text{ pouce carré (7.9.34)} = 28000 \text{ K}$$

$$\text{Densité de la fonte} = 7207 \text{ K. le mètre cube.}$$

La crainte de n'avoir pas assez insisté sur l'importance de la production du fer pour la prospérité de la France, a engagé le professeur à livrer à la méditation de son auditoire quelques considérations nouvelles à cet égard.

L'énorme disproportion dans la consommation de ce métal en Angleterre et en France, dont il nous a entretenus dans la dernière séance, était déjà bien propre à nous inspirer de sérieuses réflexions; et pourtant quelque étonnante qu'elle paraisse, elle serait bien plus grande encore maintenant car c'est en 1820 que cette différence existait; mais depuis cette époque la consommation s'est singulièrement accrue en Angleterre. On lit dans un ouvrage fort intéressant, publié récemment par M. Rodet sur le commerce de la Grande Bretagne qu'il s'y est formé en 1824 plus de 150 compagnies, par actions, pour l'exploitation d'un grand nombre de nouvelles usines destinées principalement à fournir le fer nécessaire à la confection des canaux et des chemins à ornier en fonte, outre plusieurs autres usages plus ou moins importants. Les capitaux employés par ces compagnies s'élèvent à la somme exorbitante de 160 millions sterling = 4 milliards de francs, et elles ont déjà reçu un versement de 1240 millions pour les fournitures qu'elles ont faites; il est donc probable qu'elles feront de grands bénéfices.

Cet esprit d'association, si favorable au succès des entreprises commerciales, est bien répandu en Angleterre et il y produit presque toujours d'heureux résultats. On a pour principe de diffuser les capitaux autant que possible, c'est-à-dire, de les placer dans plusieurs établissements différents; c'est d'autant plus facile que les actions sont

ordinairement d'un prix peu élevé. Ainsi, un Capitaliste peut diviser ses fonds et s'associer à plusieurs entreprises de sorte qu'il court très-rarement le risque d'être ruiné parce que pour une qui échouera, il y en aura dix qui prospéreront. C'est une sorte d'assurance mutuelle entre ces diverses associations.

La quantité de fonte qu'on fabrique aujourd'hui en Angleterre est fort au-dessous des besoins. Celle qu'on demande en ce moment pour les chemins seulement s'élève à une valeur de plus de 200 millions; aussi le prix en est-il doublé depuis quelques années; elle se vend maintenant à 2 schellings = 1^l 6^s le quintal, au lieu de 1^l 2^s et il augmentera encore très-probablement, car les journaux Anglais parlaient dernièrement d'une espèce de ligue ou de convention entre les fabricans pour la vendre à 3 schellings de plus par tonneau de 1000 Kilogrammes. Ils l'obtiendront sans peine, parce que la production est très au-dessous des besoins. Il en est de même de toutes les marchandises; il suffit que la demande excède de très-peu la production d'une chose pour que son prix augmente, mais dans une proportion bien supérieure à celle de la demande. En général, cet excédant ne fût-il que d'un 10^e, le prix deviendrait double. Au surplus, ceci est une question, non de chimie, mais d'économie industrielle.

Si nous n'éprouvons pas les mêmes besoins de cette matière en France, c'est parce que nous ne l'avons pas encore employée à ce nombre infini d'usages auxquels elle est propre. Il y aurait un très-grand avantage à en faire des ustensiles d'un usage journalier des instrumens aratoires, &c. les socs de charrues qu'il

est si difficile de faire en acier avec toutes les qualités nécessaires, s'exécutent en fonte avec la plus grande facilité. Pour les durcir & les rendre capables de bien fonder la terre, on met dans le moule une plaque d'acier très-épaisse; la fonte qu'on y coule se trouve en contact d'une part avec cette plaque et de l'autre avec du sable; la première surface se refroidit promptement, parce que l'acier est bon conducteur de chaleur, et la fonte se durcit; l'effet contraire a lieu à la surface en contact avec le sable qui est mauvais conducteur de chaleur. Le soc alors est comme certains outils de menuisier, faits de tôle et d'acier; il est dur d'un côté et doux de l'autre. Par ce moyen, il s'aigrit dans la terre; la charrue s'affûte en labourant. On fabrique ainsi des socs pour tous les terrains, avec les diverses qualités de fonte. On fait

aussi des charpentiers ou carcasses de maisons qui ne coûtent que 0. 2^e de plus que celles en bois, et qui ont le double avantage de durer bien plus longtemps et de ne pas craindre les effets d'un incendie. On a fait en Angleterre

Il faut convenir cependant que cette consommation prend beaucoup d'accroissement en France depuis ces dernières années. On exécute maintenant en fonte des machines de très-grandes dimensions qui, autrefois, étaient entièrement en bois. M. Ponce en a fait construire, il y a quelques mois, une de ce genre pesant 100 000 K^{il}mes, et on lui en fait en ce moment une autre qui pèsera le double. Il y a ^{quatre ou cinq ans} ~~quelques années~~, on n'y aurait pas employé un K^{il}me de fonte.

Les chemins de fer doivent aussi consommer une très-grande quantité de ce métal; On en a déjà fait

Dans quelques cantons, et il y en a d'autres en projet. On en cite même qui peuvent paraître gigantesques, par exemple, que celui de Paris au Havre dont il est fortement question. S'il s'exécute, il faudra une si énorme quantité de fonte que le prix pourra en doubler en peu de temps, ce qui sans doute ne laissera pas que d'être nuisible à d'autres entreprises, notamment à celles qui auraient à employer la même matière.

Ces chemins seraient fort utiles, même dans un très-grand nombre de cas particuliers. On peut citer entre autres le port de Rouen où le charbon de terre est porté à dos d'homme et dans des sacs de toile, du navire aux Magasins. Avec un chemin de fer, le transport en deviendrait facile pour des chevaux, et on épargnerait en outre la dépense des sacs qui se déchirent en peu de temps. Il y a aussi plusieurs usines où le transport du minéral, qui se fait de même à dos d'homme, pourrait s'effectuer avec des voitures, au moyen d'un chemin de fer de très-petite étendue.

Il est fort peu d'objets faits autrefois en fer forgé qu'on ne fasse aujourd'hui en fonte bien plus économiquement. Le professeur nous en a montré plusieurs parmi lesquels on remarquait des clous, des fers de talons de bottes, des charnières de portes, des casseroles étamées très-minces. Cet étamage se fait comme celui du fer blanc, en y employant la résine et le sel ammoniac après avoir parfaitement poli l'intérieur de la casserole. On a imaginé, pour les couplets de portes

à charnières, un moyen fort ingénieux qui empêche le frottement de la porte sur les tapis lorsqu'on s'ouvre; car en Angleterre il y a des tapis dans presque toutes les maisons, même chez de simples paysans. Ces couplets, dont les deux charnières sont de niveau, lorsqu'elles se joignent, sont faits de manière que quand on les ouvre, l'une des charnières s'élève de 2 ou 3 centimètres au dessus de l'autre, par une espèce de spirale à l'endroit de la jonction; par conséquent la porte est soulevée et il n'y a pas de frottement.

On emploie deux procédés qui ressemblent à la cémentation pour adoucir la fonte & lui donner de la ductilité, ils consistent à la faire chauffer pendant deux jours enveloppée dans de l'oxide rouge de fer. Elle devient tellement ductile qu'en frappant sur la pointe de très-petits cloux, ils se plient comme du plomb, sans se casser.

Tous ces moyens d'emploi du fer ne devraient pas être chose nouvelle pour nous; il y a longtemps qu'ils sont connus en France, par l'intéressant traité de Réaumur sur ce métal; tous les usages dont il est susceptible y sont décrits avec le talent qui caractérisait ce célèbre physicien. Ces utiles connaissances y sont restées ensevelies pour nous; mais les Anglais les ont mises en pratique.

La cause principale de ce déplorable oubli des moyens propres à accroître notre prospérité industrielle, est dans l'ignorance extrême des dernières classes de la population. C'est surtout dans les ouvrages en fonte qu'on fait cette remarque, parce que leur parfaite exécution dépend de l'intelligence des ouvriers et de soins non interrompus qu'ils doivent y donner.

Lorsqu'un Ingénieur ou un mécanicien imagine une nouvelle pièce, un nouveau dessin, il faut que le mouleur s'en pénètre et mette à contribution toutes les ressources de son esprit pour l'exécuter d'une manière satisfaisante. Il doit connaître les effets que peuvent produire plusieurs causes accidentelles qu'on demande, par exemple, une roue en fonte semblable à une roue de voiture; si on la coule dans un moule où il y ait du sable tassé, il s'inclinera d'une partie de la terre qui contrariera le retrait du cercle et des rayons que produit le refroidissement; alors les rayons casseront et on n'aura jamais une roue entière au sortir du moule. La rupture des pièces peut même avoir lieu longtemps après & lorsqu'elles sont en magasin, par suite de ces défauts d'exécution. On a vu des personnes blessées par la projection des éclats de semblables pièces de fonte qui se sont brisées spontanément.

Un moyen d'éviter ces accidents dans la fabrication d'une roue consiste à ne pas faire les rayons en ligne droite; en les courbant un peu, ils ne cassent pas par le retrait. On les évite aussi en enlevant la roue du moule qu'on divise aussitôt que la fonte est coulée. Alors il n'y reste pas de terre qui s'oppose au retrait.

Il y a mille autres procédés de détail qu'on ne peut pas expliquer ici, parce que cela serait trop long et parce qu'il est impossible de les prévoir tous. Ce n'est que par une pratique constante qu'on y parvient en ceci comme en beaucoup d'autres professions; c'est ainsi qu'on simplifie les anciens procédés et qu'on imagine de nouveaux. Ce sont des soins de tous les instants qu'il faut dans ces opérations; un ouvrier intelligent et actif peut, à cet égard, en faire plus qu'un

Le mécanicien. Il y a des mouleurs qui, dans les détails d'exécution, sont plus habiles que les Ingénieurs dont ils suivent les Dessins; mais ils sont rares en France. Il y a aussi une très-grande différence d'habileté entre tel ou tel mouleur. Il existe, par exemple, une fonderie près de Paris où un seul mouleur fait autant d'ouvrage que 8 ou 10 autres. Les mouleurs Anglais sont en général plus adroits que les nôtres; les premiers gagnent habituellement 20^e et plus par jour, en travaillant à la pièce, et les autres 5 à 6^e seulement. Au reste, il n'y a que quelques années que cet art est cultivé en France; lorsque Montgolfier voulut faire construire son bélier hydraulique, il y a environ 28 ans, il n'y trouva aucun ouvrier capable d'exécuter ses Dessins.

Eût-ce le moulage s'exécute maintenant aussi bien en France qu'en Angleterre, mais non pas à aussi bon prix. Ici nos mouleurs font de très-jolis ouvrages en fonte, de véritables tours de force; mais ils négligent les choses utiles. En Angleterre c'est le contraire; l'utilité est en première ligne. Par exemple, nous en ferons de fort belles médailles qui ne trouvent qu'un très-petit nombre d'acquéreurs, tandis que nos voisins en font des casseroles, des cafetières, et une infinité d'ustensiles d'un usage universel. Avec le produit de ces objets, ils acquièrent des médailles d'or &c. en grand nombre.

On fait en fonte des pièces très-déliées, objets de luxe et autres, ainsi que des pièces de plus grande dimension. Il y a, parmi celles-ci, des cylindres du poids de 24000 K^g, destinés à des machines à vapeur de 360 chevaux. Pour les

fabriquer, on est obligé de réunir la fonte de 7 ou 8 fourneaux qui en contiennent de 30 à 35000 K., parce qu'il y a des pertes inévitables dans le moulage; ce sont des fourneaux à réverbère où l'on fait fondre le fer en même temps, et d'où il coule aussi simultanément dans le moule.

La fabrication des objets de bijouterie ou de luxe est encore un secret; on croit que la fonte est mêlée avec un peu de fer. On chauffe le moule avant de couler, pour dilater l'air qu'il renferme, afin que la fonte liquide puisse le remplir exactement et s'introduire dans la plus petite cavité.

On fabrique également beaucoup d'objets de première fusion, tels que des plaques de cheminée, et même des pièces de mécanique; mais la plupart exigent une deuxième fusion. Enfin, les usages de la fonte sont tellement nombreux & variés qu'il serait impossible de les faire connaître tous, ainsi que les procédés de fabrication.

Il y a des usines qui produisent 3000 K. de fonte par haut fourneau et par jour, d'autres qui en produisent 10000 K. et qui autrefois n'en donnaient que 5000. On trouve des détails intéressants à cet égard dans un ouvrage publié par M. Héron de Villefosse. C'est en tirant un meilleur parti de la direction de l'air et d'un concours de plusieurs circonstances qu'on est parvenu à obtenir cette grande augmentation de produit. Il faut beaucoup d'art, d'intelligence et de soins dans les opérations de ce genre; mais aussi quels immenses bénéfices on en retire! Une de ces usines par exemple, qui aura 15 hauts fourneaux, et qui par conséquent fabriquera 150000 K. de fonte aujourd'hui qu'elle se vend 60 à 70 schellings par tonneau, de plus

que lorsque l'usine n'en donnait que 75000. ^R gagne 4500
schellings de plus par jour, environ 6000.

Les premiers perfectionnements dans la fabrication
de la fonte sont assez récents; ils sont dus à Wilkinson,
célèbre maître de forge anglais, auteur des hauts fourneaux
de grandes dimensions alimentés par le coke. Il vint en
France en 1783, et en fit construire quelques-uns de ce
genre, entr'autres à la manufacture du Creusot où ils
n'ont pourtant pas réussi complètement. Ses procédés
ont encore été perfectionnés depuis, en Angleterre, mais
pour le rapport économique seulement. Ces hauts fourneaux
produisent maintenant dix tonneaux de fonte par jour,
c'est-à-dire 5 ou 6 fois autant que ceux de France.
M. Thos. Eaylor en dirige 20 de cette espèce qui fournissent
donc journellement au commerce l'énorme quantité
de 200000 K. de fonte. Il faut dire aussi qu'ils sont
situés le plus heureusement possible; ils se trouvent
dans un espace de 5 à 6000 arpens de terrain très-
riche en minerais, en charbon & en castine, toutes
circonstances extrêmement favorables qui n'existent
pas en France.

Le compte de la fabrication du fer en Ecosse, tel
qu'on le voit dans la 1^{re} formule ci-dessus, a été
établi d'après les renseignements donnés par M. Dixon,
propriétaire d'une usine à Calder. La houille, dans
ce pays-là, ne coûte que 20^e le quintal; c'est ce qui
diminue beaucoup le frais de fabrication. Ici elle
côûterait 24^e 50^e. On la transforme en coke par la
combustion à l'air libre, à peu près comme pour
la carbonisation du bois dans les forêts. Le coke

est plus pesant que celui qui provient de la distillation de la houille; mais le résultat indiqué des O.S.S. n'est pas toujours le même, il est au contraire très-varié. Les frais généraux n'ont pu être déterminés; cependant il est très-probable qu'ils sont inférieurs à ceux énoncés dans la formule suivante pour la fabrication du fer en France. Les moteurs qui y sont compris servent aux soufflets, à marteler &c.

Une autre chose indispensable consiste dans un bon choix des matériaux à employer pour la construction des hauts fourneaux; quand ils sont trop fusibles, on est obligé de les renouveler après un service de courte durée; cela occasionne de nouveaux frais et ce qui est pire encore une interruption de travail. La pierre qui paraît convenir le mieux est une espèce de grès quartzeux. On a prouvé à l'air de forger en France qu'on ne pouvait faire mieux que de la tirer du pays de Gallen où elle est excellente. Il en fut venir une cargaison complète qui dut lui coûter beaucoup, car il fallut passer le détroit & remonter le Rhône. Il semble pourtant qu'il doit en exister de semblable en France.

Le compte de la 2^e formule a été communiqué par M. Duvivier, Inspecteur des mines à M. Etienne. On suppose l'usine dans une bonne position, et néanmoins la fonte revient à 20^e de plus par tonneau que par la fabrication avec le charbon de bois dont on a parlé dans la dernière leçon. (V. la 2^e f. 29-1^{re}) Il est vrai que c'est en évaluant les bénéfices à 15 p. 100; mais c'est la base qu'on est fondé à espérer d'une entreprise de cette nature. Ses dépenses sont en outre augmentées par le prix du minéral qui est plus cher & moins riche qu'en Ecosse. La houille même y coûte trois fois davantage, quoiqu'il y ait des houillères abondantes dans le pays où serait située l'usine. Il doit s'établir une à Lyon, dans le département de l'Allier; elle promet des résultats fort avantageux; mais les apparences sont en sa faveur.

Sans ces sortes d'établissements, la considération principale est une bonne position. Il faut que le minéral soit abondant, de bonne qualité, d'extraction facile; il en est de même du charbon et de la caille ou pierre calcaire. C'est donc moins une question générale qu'une question de localité. Avant d'exécuter, on doit soigneusement étudier et comparer les avantages et les inconvénients que présente la situation où l'on se propose de former l'établissement.

Les comptes des dépenses de fabrication indiqués dans la formule mise sous nos yeux sont exacts, mais dans une position seulement; ils ne peuvent servir que de terme de

comparaison, car ces dépenses doivent varier suivant les localités. M. Taylor, dont il est parlé ci-dessus, et qui ne fait aucun mystère du résultat de ses opérations, a dit à notre professeur que la dépense de fabrication de la fonte peut ne pas s'élever au delà de 75^f le tonneau.

Il y a un assez grand nombre de hauts fourneaux qui ne donnent pas de bons résultats. Pour les uns, on en accuse le coke, pour d'autres le minerai, la cassine, le soufflet. La qualité de ces diverses matières peut sans doute y contribuer; mais il est probable qu'il y a encore d'autres causes, telles que les faux frais de transport etc., comme on l'a fait remarquer dans la dernière leçon.

Pour que le coke donne beaucoup de chaleur, il faut qu'il soit compacte. Plus il est poreux et léger, plus il s'enflamme promptement; on peut comparer sa température dans les deux cas à celle que donnerait un feu de bois en allumetter ou en bûches, parce que la flamme occupe un plus grand espace dans le premier cas que dans le second.

Lorsqu'on distille la houille lentement, le coke a plus de compacité; c'est celui qu'on doit préférer dans la fabrication du fer; le minerai se réduit plus promptement. De même, dans les usines au charbon de bois, on emploie rarement celui qui provient de la distillation du bois par le procédé de M. Mollerat. Il est bien moins compacte que celui des forêts, parce que le bois est distillé rapidement; mais si on en agissait autrement, ce procédé ne serait plus économique. Il y a d'ailleurs un grand nombre d'usages pour lesquels le charbon léger est préférable.

La conversion de la houille en coke est indispensable, à cause du by-sulfure de fer qu'elle renferme, car il est très-important d'en dégager le plus qu'il est possible; cependant il en reste toujours un peu dans le

coke, puisqu'on en trouve des traces dans l'analyse de la fonte; mais si on employait la houille même à la fusion du minéral, il y aurait beaucoup plus de soufre dans la fonte qui en deviendrait aigre et très-cassante. La houille produit d'ailleurs moins de chaleur que le coke. Lorsqu'elle contient peu de matières volatiles, le gaz se dégagent plus lentement, et le coke en est plus compacte. La combustion de l'air libre est le moyen d'obtenir le meilleur coke, ainsi qu'il est dit plus haut; cependant on la brûle autre avec succès dans un four dont l'air est percé de trous & sur laquelle on met du bois qu'on enflamme; on place sur ce bois une couche de houille d'environ 3 décimètres. Le coke le moins propre à l'emploi dans les hauts fourneaux comme dans toute manipulation du fer, est celui qui provient des usines du gaz pour l'éclairage. On s'en est pour tant servi quelquefois, lorsque l'autre était rare, notamment à Paris en 1828, parce que la sécheresse extrême de cette année a rendu difficile l'arrivage de la houille par la Seine.

La 3^e formule ci-dessus, relativement à la température de fusion de la fonte, est une question plus scientifique qu'industrielle; cependant elle n'est pas sans intérêt.

Pour connaître cette température, on ne peut se servir ni du thermomètre ni du pyromètre; le mercure du 1^{er} de ces instruments se vaporise à une température bien moindre et les indications du pyromètre ne sont pas assez certaines; mais on a un autre moyen. Il consiste à jeter un K. de fonte, au moment où elle entre en fusion, dans une quantité donnée d'eau dont on a noté la température avant l'immersion de la fonte qu'on y laisse jusqu'à ce que la température du mélange cesse de croître. On voit alors combien l'eau a acquis de degrés de chaleur, et on en multiplie le nombre par son poids. Dans l'expérience don-

les résultats sont indiqués par la formule, le produit a été de 20^e calories; c'est la chaleur communiquée à l'eau par la fonte. Or, comme la température d'un corps est en raison inverse de sa chaleur spécifique, et que cette chaleur, dans la fonte, = 0.116 de celle de l'eau, il faut opérer, comme on l'a fait, par une règle de proportion pour avoir la température réelle de la fonte; c'est ainsi qu'on a reconnu qu'elle est de 1767.⁰ représentée par les 20^e calories données à l'eau. (a)

On peut aussi mettre la fonte dans du plomb fondant dont la température est connue au moyen d'un thermomètre à air qu'on y plonge et qui fait connaître avec assez de précision les hautes températures des corps; on maintient le plomb à cette température pendant la durée de l'immersion de la fonte, une heure environ puis on jette cette fonte dans le calorimètre de glace; la quantité de glace qu'elle fait fondre étant comparée avec celle qui résulterait d'une semblable expérience faite avec l'eau dont la chaleur spécifique est bien connue, on connaît par là celle de la fonte. On fait ensuite chauffer le même poids de fonte jusqu'à la fusion, et on la jette aussi sur le champ dans le calorimètre où elle fait fondre huit fois autant de glace que la première fois. On en conclut donc que la température de la fusion est octuple de celle qu'elle avait acquise dans le plomb fondant, car la chaleur spécifique des corps est constante à toute les températures.

On a trouvé, par des moyens analogues, que la fusion complète de la fonte exige 90 calories de plus. Ce résultat paraît assez singulier quand on le compare à celui de la fusion de la glace qui n'en exige que 78. Malgré la différence de chaleur spécifique des deux corps, celui où elle est plus grande absorbe donc moins de chaleur que l'autre pour passer

(a) Supposons que le poids de l'eau ait été de 5 K^{un} si elle a acquis 20^e calories, sa température a dû s'accroître de 196^e par le refroidissement de la fonte $196 \times 0.116 = 20$. Il est bon de remarquer qu'il ne serait pas prudent de n'employer qu'une petite quantité d'eau car elle pourrait se vaporiser tout à coup & lancer la fonte à une grande distance.

De l'état solide à l'état liquide. (b)

Ainsi, d'après ces données théoriques, 42 K^{mes} de charbon devraient suffire pour liquéfier mille K^{mes} de fonte; cependant il en faut près de 1500 K^{mes} dans la pratique. (c)

L'examen du fer forgé et celui de l'acier seront les objets des deux prochaines séances.

(V. sur la fonte le 33^e & 34^e leçons du Cours de 1826.)

(b) Ainsi, la température de la fonte fondante étant de 1767° avec 205 calories, celle de la fonte en fusion complète devrait être de 2842°; car $205 : 1767 :: 298 : 2842$.

(c) Effectivement, $42 \times 7080 = 296160$ ^{calories} et $1000 \times 298 = 298000$. ~~On en consomme donc réellement 36 fois plus que ne l'indique la théorie.~~ $\frac{298000}{82} = 36$.

Voici quelques notions nouvelles sur les propriétés de la fonte. De la température de zéro à celle de l'eau bouillante, la dilatation est de 0,00126. Ainsi 100 000^m deviendraient 100126^m.

La fonte chauffée au rouge peut être sciée comme du bois avec un scie ordinaire.

La fonte grise est légèrement malléable; la fonte blanche l'est sous le marteau. Celle-ci se rouille moins vite que l'autre. Après la grise est employée de préférence dans beaucoup de cas. On essaye la fonte en frappant sur un bord angulaire avec un marteau; si les molécules se ressemblent avec une apparence de malléabilité, la fonte est réputée dure.

Les deux espèces de fontes deviennent très-cassantes, lorsqu'elles sont frappées par un froid vif.

On reconnaît en général qu'une pièce est faite de bonne fonte lorsque toute la surface est bien unie.

On donne ordinairement au moule $\frac{1}{4}$ de pouce de plus par pied, (0,012 par mètre) à cause du retrait.

La fonte moulée coûte 55^c le K^{me} le fer forgé 1^{er} 50^c (1823)

Chimie
liquide aux arts.

Lundi 14 Mars 1828.

21 31.

21^e Leçon.

Suite du fer. - De la fabrication du fer forgé. - De son
usage. - Des ponts en fer. - De la nécessité d'accroître
la production de ce métal.

Formules et dessins tracés sur le tableau. (V. les fig. 19 & 20.)

1^o Produit de la fonte en fer forgé.

Grande Bretagne.	Clyde Iron Works	800.
	Calder	800.
	Myrte & Hydwil	800.
Allemagne	Schmalhald	900.
	idem. autre fonte.	750.
	Gittelde. (Hartz)	720.
	Zillertal. (Tyrol)	750.
France	Alleverd. (Sèvre)	800.
	Extr. moyen. $2/3 =$	667.

2^o Affinage de 133 K^u fonte blanche.

Charbon de bois brûlé = 180 K. } anciens résultats.
ou Coke de 140 K. de houille = 187.

3^o Température du fer.

Rouge visible dans l'obscurité = 335° D. C. Rouge cerise visible au jour = 400°
à blanc 2000° (Non à sonder) En fusion 2800° environ.

4^o Conductivité de quelques métaux. (Par centimètre carré)

Fonte coulée horizontalement.	1170°	Métal de canon.	2477°
us verticalement.	1327.	Cuivre battu.	2411.
Acier fondu.	9146	us coulé.	1300.
us de cimentation.	9170.	us jaune.	1224.
fer de Suède.	4910.	Etain coulé.	322.
us d'Angleterre.	3806.	Pomb coulé.	184.

Ces résultats d'exp. en fait par M. Stein ont été publiés
dans les annales de Physique & de chimie, 9^e volume.

Le Chaleur diminue
beaucoup la ténacité des
métaux. Le fer chauffé
au rouge-brun s'écroule.

Les emplois de la fonte dont il a été question dans les deux dernières séances sont trop nombreux pour qu'il puisse les faire connaître tous dans un cours très-resserré et qui doit embrasser plusieurs objets. On s'est donc attaché principalement à en démontrer l'importance et la nécessité d'en augmenter la fabrication. Ceux qui désireront en apprendre davantage sur cette matière pourront consulter un excellent traité publié en Allemand et traduit en français par M. Culmann, officier d'art. Il est intitulé: Manuel De la métallurgie du fer. Il a été imprimé en 2 v. ^{ous} à Metz en 1811. On le trouve chez les frs Bottauges.

Aujourd'hui nous avons à nous occuper du fer forgé, résultat de l'affinage de la fonte.

On croyait autrefois que la fonte contenait un tiers de charbon; c'était une grande erreur, car il n'y en a que 0.02 à 0.03 au plus, comme on le voit par l'analyse dont les résultats ont été indiqués sur le tableau. (P. la 4.^e de la 30.^e leçon.) Cette quantité varie même beaucoup; la fonte blanche en a bien moins que la grise; on en retire plus de fer. Aussi une des premières opérations de l'affinage consiste-t-elle à ramener la fonte grise à l'état de fonte blanche; celle-ci est brillante comme l'étain.

L'objet de l'affinage est donc de séparer le charbon du fer, opération indispensable, parce que la fonte ne peut pas se forger; elle casse à froid et à chaud sous le marteau. Les procédés de cet affinage ne sont pas les mêmes partout. Ceux qui sont usités maintenant en Angleterre paraissent les meilleurs; ce sont par conséquent seuls sur lesquels il importe d'avoir quelques détails. Ils s'exécutent en deux opérations, l'une dans le fourneau d'affinage, l'autre dans celui qui

les Anglais appellent Puddling furnace et qu'on nomme maintenant en France four à pudler. (V. les fig. N^{os} 19 & 20.)

On commence par exposer au feu d'affinage les lingots de fonte en gueuse sortant des hauts fourneaux; ces lingots sont du poids d'environ 50 K^{ilos} & moins encore; on en pose plusieurs sur un plateau avec du charbon allumé, et on dirige un courant d'air sur le feu, soit avec un fort soufflet, soit par des tuyaux où on l'introduit au moyen d'une machine à vapeur ou de quelque autre force motrice. La régularité du vent influe beaucoup sur le succès de l'opération; elle l'accélère & on en obtient plus de fer. Lorsque les lingots sont fondus & que cette nouvelle fonte est très-blanche, on la fait couler par un déversoir dans des moules où elle prend la forme de plaques qu'on brise avant de les mettre dans le four à pudler. C'est un fourneau à réverbère qu'on fait aujourd'hui plus grand qu'autrefois, afin de pouvoir y glacer en même temps quelques lingots de fonte grise qui s'y échauffent considérablement. Et n'ont plus besoin de rester aussi longtemps au feu d'affinage, lorsqu'on doit ensuite les convertir en fonte blanche; c'est ainsi qu'on opère à l'usine de Charenton où l'on a reconnu le besoin d'économiser la houille qui coûte fort cher. La fonte blanche qui est dans le four à pudler y reste pendant

Deux ou trois heures à l'état liquide; un ouvrier la remue continuellement avec un ringard, et elle finit par s'épaissir, parce que le charbon qu'elle contenait encore et qui la rendait fusible se détruit peu à peu. C'est alors qu'elle se convertit en fer dont la fusibilité est bien moindre que celle de la fonte. En agitant sans interruption ce bain de fonte, la surface se renouvelle à chaque instant et l'origine de l'air qu'on y introduit s'empare du charbon. Au fur et à mesure que le fer devient solide, l'ouvrier réunit les morceaux avec son ringard, et lorsqu'en les pressant il les a purgés autant que possible de la matière encore fluide, il les pousse hors du fourneau; en cet état ils forment une masse de fer spongieux, ou une espèce de pâte qu'on appelle loupe. Un autre ouvrier la saisit promptement pour la placer sous les martinets qui, par la forte pression et la percussion répétée qu'ils lui font subir, la rendent plus compacte et en font sortir la matière liquide qui se trouvait encore; cela se fait avec tant de célérité qu'il est inutile de faire chauffer le fer de nouveau ou du moins c'est très-rare. Les masses, grosses d'abord comme le bras, lorsqu'on les place sous le martinet, se font bientôt minces comme le doigt, par l'effet de la pression qu'elles éprouvent dans des cannelures de dimensions graduées, sous des martinets de poids de 7 à 8000 livres. Dans le pays de Galle, il y a des usines où l'on a substitué des cylindres

aux martinets. La compression qu'ils exercent sur la loupe est continuelle et produit plus d'effet que celle des martinets dont l'action éprouve toujours un peu d'interruption, quelque rapide que soit ^{leur} percussion. Le fer se refroidit donc moins vite sous les cylindres; c'est un avantage en ce qu'on n'est jamais obligé de le chauffer de nouveau, ni d'employer une très-grande puissance mécanique pour le réduire en barres très-minces.

On fait mouvoir ces cylindres avec des volans de cinq mètres de rayon et d'un très-gros calibre qui font 100 tours par minute. Leur force centrifuge est extraordinaire. On en a eu un exemple dans un de ces volans dont les rayons se sont brisés pendant qu'il était en mouvement; une masse de fer du poids de 4000 K^g s'est élancée en l'air comme une bombe, et est allée retomber à 45 mètres de distance sur un édifice dont elle a fait écrouler les toits & les plafonds. Heureusement personne n'a été blessé.

Malgré l'avantage de la continuité avec les cylindres, dont l'application à l'affinage du fer est un chef-d'œuvre de mécanique, il y a beaucoup d'usines où on ne les a pas encore adoptés. Il n'est même pas bien démontré qu'ils soient préférables aux martinets; c'est une de ces questions que le temps et l'expérience peuvent seuls résoudre. Celle est du moins l'opinion de ceux qui se refusent à l'emploi de ce procédé. Quelques-uns prétendent même que le fer sortant des cylindres est inférieur à l'autre; mais on peut facilement démontrer que cette assertion est erronée, car on n'en consomme pas d'autre en Angleterre. Plusieurs échantillons qui en ont été rapportés en 1849 par M. Mollard, sous-Directeur du Conservatoire, sont d'un fer nerveux de la 1^{re} qualité. Il est possible néanmoins que les cylindres n'aient

forgi par les
cylindres est
un peu moins
dur que l'autre.

par l'essai à tout ceux qui les ont employés. Le meilleur procédé peut donner de mauvais produits quand il n'est pas bien exécuté. Toutefois, il paraît constaté que le

Il y a à Charantou une usine de fer forgi d'une qualité très-médiocre, car il ne se vend que 25^e le quintal; mais est plusieurs objets qu'on peut fabriquer avec du fer de mauvaise qualité; c'est donc un avantage d'en trouver à bas prix. On suit dans cette usine le procédé anglais. La fonte qu'on y emploie vient d'autres usines assez éloignées.

Les produits de la fonte en fer forgi sont très-variables. On voit, par la première formule ci-dessus qu'ils sont de 2/3 dans la plupart des usines de France et de 4/5 dans presque toutes les autres, en Angleterre et en Allemagne. On éprouve donc une perte assez grande, puisqu'il est prouvé, par l'analyse, que la fonte contient de 0.93 à 0.96 de fer. (V. la 15^e de la 30^e leçon.) Mais il y a des déchets inévitables. La température est tellement élevée qu'on ne peut empêcher qu'il n'y ait une portion de fer qui se brûle. Il serait à désirer qu'on trouvât le moyen de perfectionner cette fabrication de manière à diminuer les déchets. L'oxide de fer qui en résulte n'est cependant pas entièrement perdu; c'est une matière très-pesante et très-riche en fer qui peut réduire de nouveau en fonte dans les hauts fourneaux. Quelquefois on jette du sable sur la fonte en fusion pour préserver le fer d'une nouvelle oxidation; mais il en résulte un autre inconvénient; il se fait du silicium qui se combine aussi avec le fer et forme ce qu'on appelle le laitier. On abandonne ordinairement cette matière qui pourtant est encore très-abondante en fer.

La conduite du feu est une chose très-importante dans l'affinage de la fonte; la température doit être régulière & toujours très-élevée. Il faut en outre agiter sans cesse le bain de fonte, afin qu'il ne s'oxyde pas une trop grande quantité de fer. C'est un travail extrêmement pénible que d'avoir les yeux fixés constamment sur un feu aussi ardent & sur la masse brillante de la fonte en fusion; on voit cependant des ouvriers qui n'ont pas fait autre chose pendant 30 ans, sans en être incommodés, ce qui n'arrive pas toujours. Le travail exige en outre une activité inouïe.

A la partie supérieure de la cheminée du four à puddler, il y a une soupape à bascule que l'ouvrier peut ouvrir plus ou moins avec un cordon pour diriger le tirage à son gré.

On a annoncé la possibilité d'obtenir du fer forgé de prime abord, ^{en mêlant avec la fonte grise} avec du minéral de très-bonne qualité, dont l'oxygène brûle le charbon qui se trouve dans la fonte. Il existe peu de minerais qui aient cette propriété; ceux de France ne la possèdent pas, ^{excepté peut-être ceux de la région} celui de l'île d'Elbe paraît l'avoir. Toutefois, la chose n'est pas encore parfaitement démontrée. Il ne faut pas toujours accorder une confiance aveugle à ces sortes d'annonces de procédés supérieurs; elles sont quelque fois trompeuses ou du moins elles ont l'inconvénient de faire perdre beaucoup de temps en attendant qu'elles se réalisent. C'est ce qui a eu lieu dans celle de la machine à vapeur à haute pression imaginée par Mr. Parkin; plusieurs manufacturiers ont suspendu leurs travaux lorsqu'on a fait, il y

a environ 3 ans, l'annonce de cette machine qui devait produire des merveilles, mais qui n'a pas encore paru. D'autres ont continué leurs travaux d'après les anciens procédés, et s'en applaudissent. Il en serait de même du nouveau procédé d'affinage du fer; il ne faudra l'adopter que quand la supériorité sera bien constatée. En toute chose on ne doit jamais quitter le certain pour l'incertain.

Il existe une très-grande différence dans la qualité de tel ou tel fer; il serait impossible d'entrer dans des détails à cet égard; c'est dans les traités dont on a déjà parlé qu'on les trouve (*V. L. 26 & 28.*)

Il y a du fer cassant à chaud, et d'autre à froid. Le premier paraît contenir du phosphore; mais on ignore encore si c'est à cette substance qu'on doit attribuer sa propriété de casser à chaud. On a fait beaucoup de tentatives et on a proposé des primes pour trouver les moyens de le purifier; on n'y est pas encore parvenu. On en diminue bien un peu la mauvaise qualité en jetant de la pierre calcaire dans le four à puddler; mais cela ne suffit pas. Quant au fer cassant à froid, on présume que c'est la facilité de cristalliser qui le rend tel. Effectivement on aperçoit toujours un amas de petits cristaux à facettes planes dans la cassure.

On distingue deux principales espèces de fer, l'un nerveux, l'autre à grains. Le premier

est d'une texture fibreuse; il se ploie facilement & résiste mieux aux chocs. Le professeur en avait quelques échantillons de deux ou trois centimètres d'épaisseur et courbés comme une barre de plomb. Le fer à grains casse plus aisément, mais il cède moins au tirage; il est beaucoup plus dur et moins tenace. Au reste, ils sont tous deux également bons, l'un avant l'usage auquel on les destine; par exemple, le fer nerveux vaut mieux que l'autre pour des essieux, et ce dernier pour des objets qui ont à supporter l'action du frottement. Il y a du fer qui participe des deux qualités; il convient pour les bandes des roues de voiture; si il était tout nerveux, il s'userait trop vite par le frottement sur le pavé; dans le cas contraire, la courbure le ferait casser.

On peut aisément transformer le fer nerveux en fer à grains et vice versa, par l'action du feu et du marteau. Une barre de fer peut devenir alternativement l'une & l'autre. Si on la fait chauffer à blanc & qu'on la laisse refroidir spontanément, sans la frapper, le fer sera à grains; ses molécules auront la propriété de cristalliser. Si au contraire lorsqu'elle a été ainsi chauffée, on la frappe de suite dans toute son étendue, jusqu'à ce qu'elle soit refroidie ou du moins qu'elle cesse d'être lumineuse dans l'obscurité, ce sera du fer nerveux. On peut comparer le métal dans ces deux cas à un morceau de cire fondue qu'on laisse ensuite refroidir d'elle-même, ou qu'on pétrit, qu'on malaxe

pendant son refroidissement; ainsi manée, elle devient fibreuse et reste telle lorsqu'elle est froide au lieu qu'elle est cassante dans l'autre cas.

Cette propriété du fer est importante à connaître pour les forgerons & autres ouvriers qui travaillent ce métal.

On est quelquefois ^{curieux} de connaître

la température du fer dans diverses circonstances. C'est l'objet de la 3^e formule ci-dessus. #

On y parvient par une méthode semblable à celle qui a été décrite en parlant de la température du la fonte. (V. la 2^e leçon & la note B qui la termine.)

On a pourtant quelques doutes sur celle du fer en fusion: on croit qu'elle est au dessous de 2300°; mais celle de 2000° a été déterminée avec exactitude. C'est au reste, une question assez indifférente.

~~La température du fer en fusion est de 2000°.~~

Les emplois du fer se multiplient infiniment; mais ce n'est pas encore en France ou du moins pas autant qu'on pourroit le désirer; car, on ne l'aurait trop le répéter. Le fer est un des principaux éléments de la prospérité publique. Nous sommes fort en arrière à cet égard; cependant on commence à prendre l'essor; on construit de nouveaux ponts en fer, et entre autres un à Paris vis-à-vis l'hôtel des Invalides. Il en existe de plusieurs de ce genre aux Etats-Unis & en Angleterre. Un des plus étonnans est celui qui est à l'île d'Anglesey au Continent d'Angleterre; il a environ 250 mètres d'ouverture & 33 d'élévation. Les vaisseaux peuvent passer dessous.

On en construit un autre sur le Rhône entre Lagny & Courmoulin, au dessous de Lyon.

Les arts. Celui de la fabrication du fer fondu ou forgé est, on le répète, un des plus importants et de ceux qui exigent les détails les plus minutieux. Il serait impossible de faire connaître tous ces détails, même dans un cours entier; il y en a d'ailleurs un grand nombre dont la connaissance ne peut être acquise que par une pratique constante. Toutefois, il existe plusieurs ouvrages qui renferment à cet égard des notions précieuses entre autres, le traité de la métallurgie du fer déjà cité, & celui de M. Beron de Villefosse sur la richesse des mines.

main d'après un nouveau procédé fort ingénieux, imaginé par M. Séguin d'Annonay. Il sera en fil de fer tressé, au lieu d'être en barres; il devra donc avoir plus de solidité avec moins de matière, car à poids égal, le fil de fer est d'un tiers plus tenace que l'autre, parce que c'est toujours le fer de meilleure qualité qui supporte le mieux l'étrépage à la filière. Ce pont est aussi destiné au passage des voitures. Il coûtera 200 000 fr. & ses revenus sont estimés devoir s'élever à 36 ou 40 000.

Le fer forgé se vend en France de 50 à 60^t le quintal métrique; c'est un peu cher. Si le prix baissait, il n'est pas douteux qu'on n'en multipliât les emplois. Il faut espérer que cela sera un jour, car nous ne manquons pas de combustibles. Il y a dans la Bourgogne plein de peuzot, de houillères très-abondantes non exploitées; les couches de houille ont près de 25 mètres d'épaisseur. Il en existe aussi dans le département de l'Aveyron & de plusieurs lieux carrières d'étendue & de plus de 60 mètres d'épaisseur, également non exploitées. En outre, la fonte, qui en est la matière première, pourrait coûter moins encore de 12^t les 100^k; à ce prix-là, les 133^k nécessaires pour la fabrication de 100^k de fer forgé ne coûteraient pourtant

que 16. F, ce qui est loin de 30, minimum
 du prix actuel du fer. Il faut donc
 que la main d'œuvre et les frais généraux
 s'élèvent à une somme considérable
 si on ne peut pas le donner à moins.
 Le professeur n'a pu établir le
 compte des dépenses de cette fabrication
 parce qu'il n'a aucun renseignement
 certain sur ces frais généraux. (a)
 Jeudi prochain, il traitera de
 l'acier.

(a) Le compte a été donné dans le cours de
 l'année suivante. (V. la 3.^e formule de la leçon
 du 20 mars 1896, la 3.^e du 1.^{er} cours.)

Chimie

appliquée aux arts.

22^e Leçon.

Judi 17 mars 1828.

27 47.

Suite du fer. — Des diverses sortes d'acier. — De la fabrication. — De la gravure sur acier.

Formules & figures tracées sur le tableau.

1^o Analyse de l'acier. (V. les fig. n^{os} 21, 22 & 23)

Acier fondu {
 mou, a 0.008
 ordinaire. 0.010
 plus dur. 0.015
 très-dur. 0.020.
 trop dur pour être filé.

2^o

Importations.

Acier

Forge.

Fondu.

en 1821.

577 000.

112 000.

1822.

530 000.

85 39.

1823.

603 638.

74 225.

3^o

Ciment de Beaumont

Suie. 8. ou 4.

Charbon de bois. 4. 4.

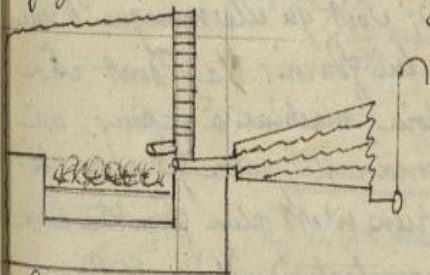
Cendres. 4. 8.

Sel. 3. 3.

19. 19.

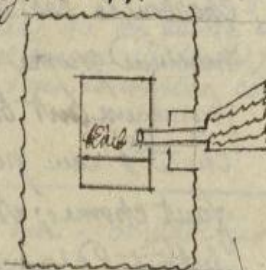
4^o 1000 de fonte = 700 d'acier naturel, contiennent 2100 de houille.

fig. n^o 21.



(fourneau pour convertir la fonte en acier naturel.)

fig. n^o 22.



(fourneau de cimentation.)

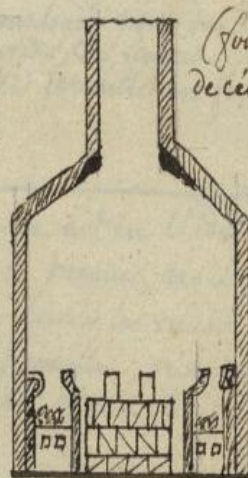


fig. n^o 23.

On a omis, dans la dernière séance, de nous parler d'un essai consistant à substituer le bois au charbon dans l'affinage de la fonte pour la fabrication du fer forgé. Cette tentative n'a pas eu tout le succès qu'elle promettait au premier apperçu, parce que la température qui a été bien élevée pendant quelques heures, comme elle devait l'être, a baissé ensuite considérablement. Cela n'est pas étonnant, car l'hydrogène & l'oxygène qui sont parties du bois, loin de produire de la chaleur, consomment une portion de celle fournie par son charbon. Cependant il se pourrait que de nouveaux essais fussent plus heureux. C'est un objet digne d'attention & à méditer.

Il n'en est pas de même du procédé d'affinage de la fonte, du premier jet, dont il a été dit quelque chose dans la même séance. ~~(V. p. 111.)~~ Il ne serait pas convenable de le tenter, puisqu'il y a d'autres procédés certains dont l'infériorité, lorsqu'elle existe, n'est due qu'à un mauvais choix de localité soit que l'usine n'ait pas à sa proximité les matières nécessaires, telles que le minerai, le charbon, la castine; soit qu'elle manque d'une machine propre à lui fournir l'air dont les fourneaux ont besoin, machine à vapeur ou chute d'eau permanente, parce qu'alors il faut chômer; et rien n'est plus funeste aux intérêts d'une manufacture. Il importe donc de l'établir dans une situation favorable. Quant au charbon, cela n'est pas difficile,

car les houillères ne nous manquent pas; outre celles non exploitées qui existent dans le département de Saône & Loire & de l'Aveyron, dont on a parlé dernièrement, ~~(H. L. H.)~~ il y en a aussi d'abondantes près d'Alain, & ailleurs encore; mais il est bon d'y réunir autant que possible les autres circonstances, ainsi que celles qui peuvent faciliter les transports, des chemins praticables, le voisinage des canaux & rivières navigables &c. Enfin, il faut apporter dans l'organisation de ces établissements, un véritable esprit commercial, un jugement sain, qualité malheureusement trop rare, & un grand nombre de manufacturiers.

Il y a en Ecosse une usine où l'on fabrique du fer en barres avec de vieux morceaux de ferraille ramassés çà & là. Cette idée est due à Montgolfier qui la publia, il y a une vingtaine d'années; mais elle n'a été exécutée ici que par de pauvres forgerons du faubourg St. Antoine qui ne peuvent en faire que de petites quantités. L'usine d'Ecosse est la seule où on l'a fait en grand: il produit du fer corroyé de 1^{re} qualité, le meilleur qu'on puisse employer pour des outils. (a)
Il en existe une semblable près de Londres.
Pour convertir cette ferraille en fer forgé,

(a) Il se peut que Montgolfier en ait eu l'idée; mais s'il n'y a que 20 ans, il n'est pas le premier, car il y en a plus de 40 que j'ai vu des paysans courir les villes & les villages pour ramasser les vieilles ferrailles, principalement en échange de cerises ou autres fruits, et cela se faisait bien longtemps auparavant.

un enfant en rassemble les morceaux sur une plaque de grès; il en fait des tas de la hauteur d'environ 2 décimètres, puis on les introduit dans un fourneau à réverbère dont la température est très-élevée; on les pousse d'un bout à l'autre du fourneau, et lorsque la plaque est à l'extrémité opposée à celle par laquelle on l'a introduite, la ferraille est en fusion, ^{et son volume est en même} un ouvrier s'en saisit & l'entraîne sous le martinet par une espèce de coulisse semblable à celle qui sert à faire passer autre sous le martinet la fonte affinée, ^{ou la loupe} ainsi qu'on l'a dit dans la dernière leçon. ~~§ 2. 38.~~ La percussion du martinet lui donne la forme des effricux et il reste peu à faire pour les achever. Ces effricux sont les plus solides qu'on puisse trouver, car avant de les employer, on les soumet à des épreuves quinze fois plus fortes que celles que les chocs ordinaires peuvent leur faire subir; autre voit-on très-rarement les effricux se casser en Angleterre. En France au contraire, c'est très-fréquent, parce qu'ils sont frappés à bras d'homme; cette percussion est ^{et trop lente} trop faible pour agir dans l'intérieur du fer qui, par conséquent n'est nerveux qu'à sa surface; le reste est à grain & cristallin. ^{ou} lorsqu'il a été frappé par des martinets du poids de 4 à 6000 K^{ilogrammes}, mais par des machines à vapeur ou hydrauliques qui leur font battre

4 à 500 coups par minute, le fer est entièrement nerveux. La pression agit jusqu'à son centre.

On avait établi une manufacture de fer corroyé, d'après ce principe, dans la plaine de Grenelle, il y a 2 ou 3 ans. Elle était très bien située, quoique le charbon soit cher; mais le fer l'est aussi; cependant elle a suspendu ses travaux ^(au bout de très peu de temps) probablement parce qu'on n'en aura pas bien appréciée toute les résultats avant de l'entreprendre. Le détail #

Il y en a maintenant une semblable à Charenton; le fer qui en sort est d'excellente qualité. Il se vend de 62 à 65^c le quintal métrique et quelquefois davantage.

L'acier, dont nous avons à nous occuper aujourd'hui, est une composition où il entre nécessairement du charbon; il s'y trouve aussi, mais accidentellement, quelques autres matières qui en atténuent la qualité. Le plus pur est celui qui ne contient que du fer & du charbon.

La belle expérience de Guiton Morveau a prouvé d'une manière incontestable la présence du charbon dans l'acier. Voici comme il y a procédé.

Après avoir pratiqué une petite cavité dans un morceau de fer doux, il y introduisit un diamant & boucha la cavité avec un écrou du même fer parfaitement rivé, puis il fit fondre ce morceau de fer dans un creuset; il en résulta un culot d'acier très-pur. On sait que le diamant & le carbone sont identiques.

d'habileté commerciale
est une des causes les
plus fréquentes du non
succès des établissements
de tout genre; on ne saurait
trop le répéter. La manu-
facture dont il s'agit avait
très bonne machine à vapeur;
c'était un moteur d'égale
qu'elle ferait de bons
affaires, puis que le procédé
est exploité avec avantage
par de simples forgerons
sans autre machine
mécanique que celle de
leur bras.

La dose de charbon existant dans l'acier est très-petite; elle varie de 0.008 à 0.02. (V. la 1^{re} formule) ~~(L. 477.)~~ L'acier qui a ce maximum de charbon est le plus dur qu'il y ait; il ne peut pas être étiré à la filière.

On compte trois sortes d'acier; 1^o naturel, 2^o de cimentation; 3^o de fusion.

L'acier naturel se produit directement avec la fonte ^{blanche} dans l'amener à l'état de fer forgé; c'est une fonte décarburée par une haute température qui lui enlève en même temps les autres substances étrangères qui y sont mêlées, silicium, phosphore, soufre &c. C'est particulièrement en Allemagne qu'on le fabrique. On en fait autre à Spive de Jex, dans le département de la Loire. On se sert à cet effet d'un fourneau dont la coupe est dessinée ^{dans la} ~~(L. 477.)~~ On obtient un acier à peu près les 0.4 de la fonte, ~~par la méthode de 1100. Rhein.~~

Cet acier ne coûte pas cher, et il convient parfaitement à un grand nombre d'usages; mais il en est autre plusieurs auxquels il n'est pas propre, parce qu'il n'est pas homogène; il est mêlé de fonte, de fer & d'acier. Néanmoins, c'est le plus répandu dans le commerce.

L'acier de cémentation est supérieur au précédent. On l'obtient en plaçant des barres de fer doux dans des caisses de fonte, de tôle ou de briques au milieu d'une masse charbonneuse qu'on nomme ciment. Cette masse se composait autrefois des matières indiquées dans la 3^e formule ci-dessus; ~~(V. L. 14)~~ maintenant on n'y emploie plus que du charbon pulvérisé; il produit le même effet. On dispose ces caisses sur une espèce d'autel dans un fourneau à réverbère, semblable à celui qui est dessiné, ~~(V. L. 14)~~ ^(V. L. 14) puis on fait un feu de houille dans les deux fourneaux qui occupent les parties latérales; la voûte du four devient rouge ainsi que les barres de fer; ~~cette opération dure six à sept jours~~, en maintenant constamment la même température. On peut vérifier de temps à autre si l'acier est formé; si le charbon a pénétré dans l'intérieur du fer; ~~et il est formé~~ ^{dans ce cas, le grain en est change} et il est ~~de première qualité~~ ^{de première qualité} qu'il faut employer pour fabriquer l'acier de cémentation; celui de Suède est réputé le meilleur; c'est presque le seul que les Anglais emploient à cette préparation, depuis que la réduction des droits en favorise l'importation. Pour faire l'acier fondu, on coupe en morceaux celui de cémentation qu'on fait fondre dans des creusets de bonne argile placés dans un fourneau carré et entourés de coke très-compact afin d'avoir une très-haute température. Le fourneau peut n'être qu'un trou fait en terre, et où l'on met des briques d'une argile très-rétractaire, mais sans maçonnerie.

Quand l'acier est fondu, on le coule dans des lingotières de diverses formes, suivant les usages auxquelles il est destiné.

Souvent on place dans la lingotière des

cependant la température n'est pas assez élevée pour opérer la fusion de la matière, bien que l'acier soit plus fusible que le fer. C'est pourquoi il faut le chauffer moins que ce dernier métal, quand on veut le forger. L'opération de la cémentation dure six

barres de fer pour chauffer à blanc; l'acier qu'on y coule immédiatement détermine la fusion de la surface du fer, & les deux matières s'unissent, se soudent, de manière à ne pas reconnaître la jonction. L'acier ainsi doublé de fer est employé à la fabrication de plusieurs outils de menuisier, rabots & autres; à cet effet, on le forge sous le martinet, puis dans la confection des outils, on fait en sorte que le tranchant soit du côté de l'acier. Ce procédé était inconnu en France, il n'y a guères plus d'un an; on croyait qu'il était impossible de souder l'acier fondu. Notre Professeur s'étant convaincu du contraire en Angleterre, a fait ensuite connaître le procédé à plusieurs fabricans d'acier qu'il a également dissuadés à cet égard. Il n'est même pas nécessaire de chauffer beaucoup l'acier pour obtenir cette soudure; mais il faut que le fer le soit à blanc; on pose l'acier dessus, puis on fait chauffer de nouveau cette double barre, & elle se soude. Ce sont au reste des détails de forgerons; on ne peut pas les faire connaître tous.

On croyait autrefois, et même encore à présent on n'est pas tout-à-fait débarrassé, qu'on pouvait fabriquer de l'acier fondu avec du fer, au moyen d'un flux dont on faisait un secret & qui n'était autre chose qu'un mélange de carbonate de chaux & d'argile. En effet, le carbone du

carbonate se combine avec une portion du fer, mais son origine se combine aussi avec l'autre portion, et on n'obtient qu'un culot d'acier mêlé avec d'autres matières hétérogènes. Le procédé qui a été imaginé par Clouet, est très-inférieur à l'autre et doit être abandonné. C'est d'ailleurs une opération longue et fastidieuse.

On parle en ce moment d'un procédé très-récemment de fabrication de l'acier de cémentation, il consiste à faire chauffer du fer en contact avec de l'hydrogène carboné qui se décompose et dont le carbone s'unit au métal. On n'en connaît pas encore les résultats.

On fabrique une quantité si considérable d'acier en Angleterre que le fer des hautes fourneaux chauffé avec le charbon de bois ne leur suffit pas, quoiqu'on y emploie encore celui de Damora en Inde. Ce dernier fer était grévé de droits d'importation très-élevés; mais le Gouvernement Anglais vient de les réduire de beaucoup. C'est une mesure fort sage que l'on devrait adopter en France.

Les fers du Berry sont de la meilleure qualité et très-propres à faire de l'acier de cémentation que l'on peut ensuite convertir en acier fondu. Le plus difficile de cette dernière opération est d'obtenir la haute température nécessaire, surtout avec du charbon de bois parce qu'il brûle dans un trop grand espace. Le coke très-compacte vaudrait beaucoup mieux.

Il existe maintenant en France quelques fabriques d'acier fondu. Le Gouvernement et les Sociétés particulières ont essayé d'encourager cette branche d'industrie par des primes accordées à ceux qui l'exploitaient. Mais les fabriques qui leur ont recues ne sont pas celles qui existent; elles ont disparu, soit que ces primes aient ralenti le zèle des fabricans qui ensuite auroient fait de mauvaises affaires, soit qu'il y aient trouvé une récompense suffisante de leur travail. C'est le résultat ordinaire des primes d'encouragement. Les meilleures manufactures, celles qui prospèrent le plus dans tous les arts ne reçoivent rien du Gouvernement; elles se soutiennent par leur propre force & avec beaucoup d'activité.

Il se consomme bien moins d'acier fondu que d'acier de cimentation. Les instrumens tranchans faits avec le premier sont les meilleurs & très-supérieurs aux autres. Les instrumens et les outils d'acier doivent une partie de leur propriété à la trempe, opération dont le mode d'action n'est pas encore bien connu. Il y a diverses manières de l'exécuter. Sur elle est dure, et peut entamer facilement les autres métaux; mais alors ils se brisent au moindre choc, et quelquefois même par suite d'un léger changement de température. C'est ce qu'on éprouve avec les coins des monnaies dont la trempe doit être la plus dure possible, pour graver les empreintes des espèces monétaires.

Les coins circulaires sont un des emplois les plus utiles de l'acier. Le grand avantage qu'ils procurent est la continuité du travail. M. D.

en a une à Londres de grès de 5 mètres de diamètre, qui sert à refendre de l'acajou; c'est une lame de peu de largeur montée sur un disque en bois assez épais qui peut néanmoins s'introduire au milieu des planches que la scie partage, parce qu'étant très-mince, elle s'écarte facilement d'elle-même, au fur & à mesure du sciage. Il y en a, au surplus, de toutes dimensions et entièrement en acier.

Quoique la consommation d'acier fondu soit très-faible en France, comparée à celle qui a lieu en Angleterre, les fabriques indigènes n'en fournissent guères que le quart, malgré la prime qu'elles trouvent dans l'énormité des droits d'importation qui sont de 1.50^e par kilogramme, ce qui équivaut presque à une prohibition absolue. Or, si nos fabriques n'en produisent que le quart, la consommation ne s'élève donc qu'à 100 ou 125 000 K^{ilogrammes} par an, comme on le voit dans la 2^e formule ci-dessus, indiquant les importations des dernières années. Celles de l'acier forgé sont 5 à 6 fois plus considérables encore. C'est aussi avec celui de cémentation qu'on fait l'acier forgé.

Il paraît que c'est à l'infirmité commerciale qu'il faut encore attribuer cette disette d'acier indigène. Les localités sont mal choisies; le fer qu'on y emploie doit y être amené de loin ou par des moyens de transport d'une exécution difficile, et les mêmes inconvénients se présentent pour les débouchés des produits. Il importe de les éviter dans les établissements de tout genre et principalement

Dans ceux-ci. Leur situation dans un lieu favorable est une condition nécessaire du succès. Quoique moins importante que la fabrication du fer, celle de l'acier s'est encore assez pour mériter de fixer l'attention des spéculateurs, car les importations augmentent chaque année. C'est un tribut imposé sur notre industrie et dont nous devrions chercher à nous affranchir. Toutefois ce n'est pas par le fer qu'il semble que qu'on prospère une manufacture d'acier, parce que la houille y coûte trop cher. (6) Il n'en faut pas moins de 40 tonneaux, dit-on, pour faire un tonneau d'acier, or, à 50. Le tonneau de houille, il en coûterait 2. par tonneau d'acier pour le combustible seulement, et les autres frais doubleraient ce prix, tandis qu'en Angleterre l'acier vaut moins d'un franc la livre. Ces manufactures devraient recourir à S. Etienne où la houille est à très bon marché; cependant on y en avait formé une qui a échoué. (7) La 3^e formule de la 36^e leçon du C. de 1826.

On emploie en Angleterre un acier de St. Eloi qu'on nomme Wootz; on s'y apporte en petites caisses du poids d'environ 50 lb. C'est un acier forgé dont on fait des rasoirs & des instruments de chirurgie susceptibles de prendre un tranchant très-fin. On prétend que les opérations chirurgicales sont moins douloureuses avec ces instruments. On ne connaît pas encore parfaitement la composition de ce Wootz, quoique M. Faraday, préparateur de chimie à Londres ait essayé d'en faire en ajoutant de l'alumine au fer. On croit que c'est une combinaison de fer & d'aluminium.

(6) Il y en avait une en 1826; mais l'opinion commune étoit qu'elle faisoit de mauvaises affaires.

Il est autre parvenu à faire une composition réputée excellente pour les ressorts, avec un alliage d'acier et d'Iridium ou de Rhodium, d'argent & même de platine, en très-petites proportions.

L'acier de Damas est une espèce d'étoffe. On en fait en France d'après un procédé imaginé par M. Bécant, dont il est parlé dans les annales de la Société d'encouragement; mais il n'est pas encore connu. On en a fait un secret jusqu'à ce jour. Cependant il paraît qu'il n'a pas toute l'élasticité d'un véritable acier de Damas, car un couteau que notre professeur voulut un jour courber pour l'essayer, cassa entre ses mains. Il en fut d'autant plus déçue, dit-il, qu'il ferait cette expérience en présence d'un Anglais à qui il avait vanté l'élasticité de l'acier damassé de Bécant. Cet acier, au reste, n'est pas homogène; l'altération qu'il éprouve de la part des acides n'est pas uniforme; il y font des veines très-variées.

M. Parkin, célèbre Ingénieur de Londres, a inventé un procédé de gravures sur acier dont les résultats sont véritablement surprenants et très-avantageux. On peut tirer un million d'exemplaires d'un dessin quelconque avec une seule plaque gravée, et on peut en graver plusieurs avec une seule qui aura été burinée, en leur donnant alternativement une trempe douce & dure. Il a chez lui un atelier de 24 presses avec lesquelles il grave non seulement tous les billets de banque d'Angleterre et des Etats.

un, mais encore plusieurs autres Dessins, vignettes
 &c. principalement pour les livres d'étude élémentaire.
 Voici quelques détails sur ce procédé.

On grave en creux une plaque un peu
 épaisse d'acier mou & on la trempe pour la
 durcir; ensuite on roule sur cette plaque un
 cylindre d'acier mou de mêmes dimensions; le
 Dessin s'y grave en relief au moyen d'une presse
 suffisante; on durcit également ce cylindre par
 la trempe, puis on s'en sert pour transporter
 encore le Dessin en creux sur autant de plaques
 d'acier mou qu'on le désire.

Pour tirer de cette invention tout le parti possible
 il fallait encore pouvoir préserver de la rouille
 les plaques d'acier gravées, ce à quoi on ne parvenait
 par les moyens connus. Le même M. Farhius
 a trouvé le préservatif et a ainsi perfectionné sa
 découverte; c'est tout simplement une graisse extraite
 de la gomme élastique par la fusion; elle a la
 propriété de ne jamais rancir et de tenir constant
 à l'abri de la rouille les métaux qui en sont enduits.

Au moyen de ce procédé, on grave maintenant
 en quelques heures ce qu'on ne gravait autrefois
 qu'en six mois & moins bien sur le cuivre, pour
 les impressions sur toiles de coton & autres.

Samedi prochain, on traitera du Cuivre.

Chimie

appliquée aux arts.

33^e Leçon.

Samedi 19 mars 1895.

34 39ⁱⁿ.

Du cuivre. - Du plomb. - Du laminage de ces deux métaux. - Du plomb de chasse.

Formules et Dessins tracés sur le tableau. (V. la fig. N^o 24.)

1^o Production du cuivre.

Espagne. - - - - - 15 tonn. de 1000 K.
Grande Bretagne. - - - 10,000.
Russie. - - - - - 3,350.
Suède. - - - - - 1,100.
Etat de l'Autriche. 3,000.
Saxe. - - - - - 515.
Westphalie. - - - - 412.
France. - - - - - 128.

2 ^o Importations.	Cuivre.	Plomb.	Etain.
en 1820.	5,153,000 K.	6,622,000 K.	712,000 K.
1822.	4,800,000.	7,396,000.	784,000.
1823.	3,741,000.	7,748,000.	807,000.
1824.	3,040,000.	9,360,000.	932,000.

Plomb de chasse.
(Appareil de fabrication.)



fig. N° 24.

3^o Hauteur de la tour. - - - - - 80 mt.
Temps de la chute. - - - - - 4"
Vitesse moyenne. - - - - - $\frac{80}{4} = 20$ mt.

4^o Hauteur d'une autre tour. - - - - - 20 mt.
Temps de la chute. - - - - - 2"
Vitesse moyenne. - - - - - $\frac{20}{2} = 10$ mt.

Vitesse d'un vent ascendant. 30.

Vitesse relative du plomb & de l'air. 40.

Le contact de l'air double compense la diminution de sa durée.

4. 71 449



Le cuivre est le plus important des métaux, après le fer, sous les rapports de l'industrie, vu ses usages qui sont très-multipliés.

Le produit de nos mines de cuivre est tout au plus le 50^e de ce qui se consomme, ainsi qu'on peut le voir par les deux premières formules d'au-dessus. La valeur des importations annuelles est de 10 à 12 millions, à 240^f. le quintal métrique.

C'est à l'Est, près de Lyon que sont nos principales mines exploitées; mais le minerai y est peu abondant et peu chargé de cuivre; c'est un sulfure dont on n'extraît que 0.05 de métal.

connues ont de 0.07 à 0.10 de cuivre.

Il y a quelques années on a découvert un minerai carbonaté qui paraissait bien supérieur à l'autre; mais le succès n'a pas répondu aux espérances qu'on en avait conçues. Nos minerais

Il est probable qu'il existe en France beaucoup de mines de cuivre & qu'on y trouverait de grands gisements d'une grande richesse à une très-grande profondeur, si on pouvait les exploiter; il ne faudrait pour cela que des machines à vapeur assez puissantes pour en extraire l'eau qui s'y trouve & les dessécher. C'est dans les pays où l'on emploie ces machines, comme en Angleterre

n'ont guère que 0.02 de métal, et cependant on les exploite avec succès.

qu'on produit plus de cuivre, quoiqu'ils ne soient peut-être pas ceux où les mines sont les plus abondantes. Celles de Suède, par exemple

Les quantités indiquées dans la 1^{re} formule ci-dessus font connaître la production annuelle de divers pays de l'Europe; ces renseignements sont tirés du traité de la richesse minière publié par M. Héron de Villefosse.

Le minéral le plus commun est un sulfure mêlé de quartz, de carbonate & de sulfate de chaux, et de quelques autres matières hétérogènes. Il faut lui faire subir plusieurs grillages pour le dégager du soufre. Cette opération se fait dans des fours à réverbère, à une température un peu au dessus de la chaleur rouge; un courant d'air favorise la combustion du soufre qui se convertit en gaz acide sulfurique ou se sublime; l'arsenic & les autres matières volatiles qui se trouvent souvent dans le minéral sont aussi entraînés par le grillage. Ensuite, on achève d'extraire le cuivre par divers procédés dont les détails seraient trop longs.

Les mines d'Angleterre les plus abondantes en cuivre sont dans le Comté de Cornouailles; le minéral donne 0.08 de métal; mais ce n'est pas là qu'on en extrait le cuivre, parce qu'il n'y a pas de charbon de terre. Celui qu'on s'emploie pour les machines à vapeur qui servent à l'extraction du minéral vient du pays de Galles où l'on transporte ensuite ce minéral pour lui faire subir les opérations subséquentes. Il est plus économique d'en agir ainsi, parce que la houille à brûler pour traiter le minéral coûterait beaucoup plus à transporter; d'ailleurs, les navires qui portent la houille nécessaire aux machines se chargent du minéral à leur retour. C'est par le canal de Bristol que ces transports s'exécutent.

Il n'y a que cinq établissements, dans le pays de Galles, où l'on traite le minéral de cuivre; mais ils sont ~~très nombreux~~ ^{d'une étendue immense} d'une de ces usines a 84 fourneaux à réverbère de très-grandes dimensions. Chaque fourneau a deux capacités dans son intérieur, et est surmonté d'une cheminée par laquelle on vent le minéral. La fumée qui se dégage de la cheminée unique à laquelle aboutissent toutes les fourneaux, est très-nuisible au voisinage à près de $\frac{3}{4}$ de lieue à la ronde, sous le rapport de la salubrité & de la végétation car toutes les campagnes environnantes sont stériles; mais les propriétaires voisins sont contents de réclamer une indemnité proportionnée aux dommages qu'ils éprouvent. Ils n'ont pas fait comme dans certains pays et notamment à Marseille, où les habitants qui éprouvent quelque incommodité du voisinage d'un établissement, se coalisent pour en demander la suppression; On a un peu plus d'égards pour l'industrie comme en Angleterre.

De leur côté, les propriétaires de l'usine ont proposé un prix considérable à l'auteur d'un procédé qui serait propre à neutraliser les effets de cette fumée. Il a déjà été fait quelques essais à cet égard par Mr. Faraday & un autre chimiste, mais sans succès.

La chose est, en effet, extrêmement difficile. Cette fumée est un mélange très-composé; outre l'acide sulfureux, l'arsenic et le soufre sublimés qui se dégagent du minéral, il y a encore plusieurs substances gazeuses et pulvérulentes qui s'en exhalent également ou qui proviennent de la combustion de la houille. Pour se faire une idée de leur abondance, qu'il suffise de savoir qu'on y traite plus de 140 000 K.^{mes} de minéral par jour, et qu'on y brûle plus de 1 400 000 K.^{mes} de houille. *

Le premier essai des chimistes dont on vient de parler consistait à absorber l'acide sulfureux au moyen du gaz nitreux pour en faire de l'acide sulfurique. On avait pratiqué une très-grande capacité à la partie supérieure de la cheminée et on y introduisait le gaz nitreux provenant de la décomposition de l'acide nitrique dont l'appareil était dans une pièce voisine; puis on se servait d'un jet d'eau retombant en forme de pluie pour condenser & absorber l'acide sulfurique formé dont l'absorption est d'autant plus facile qu'il a très-peu de force élastique. La vapeur aurait mieux valu pour opérer cette condensation; mais cela n'aurait pas suffi pour le succès de l'expérience. D'abord, il faut environ 0.1 de gaz nitreux pour la conversion de l'acide sulfureux en acide

* Dans la 37.^e leçon du cours de 1827, le professeur a dit 800 000 K.^{mes} & 800,000 K.^{mes}

sulfurique; ensuite, il faut au moins 4 heures pour le complément de cette opération qu'on répète 20 à 40 fois dans les fabriques ordinaires, afin que toutes les molécules de ces deux gaz et de l'oxygène de l'air qui doit y concourir, puissent se rencontrer & s'unir pour former l'acide sulfurique; or, leur contact dans cette capacité de la cheminée ne pouvait durer que 2 ou 3 secondes au plus. Il ne devrait donc y avoir qu'une très-petite quantité de gaz acide sulfureux absorbé. Le calcul aurait démontré l'impossibilité absolue du succès pour le double rapport du temps et de la quantité de matière employée; pour le temps, l'erreur était comme un à 5000, et pour la matière comme un à 40. Il aurait fallu en outre une chambre de 50 mètres de diamètre & 66 de hauteur. A la vérité, on aurait des matériaux très-propres à cette construction dans les scories du minerai, substances inaltérables par les acides. Quoiqu'il en soit, on peut en conclure qu'il est très-difficile, sinon impossible de condenser les vapeurs qui constituent la fumée de cette usine. Ainsi, avec un peu de réflexion, on ne l'aurait par même tenté. En chimie comme en mécanique, les calculs

sont de toute nécessité, et peut-être plus encore en chimie, parce qu'on est souvent obligé d'opérer par tâtonnement; on ne voit pas toujours les pièces comme en mécanique.

L'urine dont il s'agit consomme en un jour plus de houille qu'on ne peut en extraire, dans un mois, de nos houillères les plus abondantes, celles de Bive de Gier qui, toutefois, pourraient en fournir bien davantage; mais cela tient à l'ignorance de ceux qui les exploitent, gens qui n'ont jamais quitté leur pays et qui ne peuvent pas se persuader qu'il y ait des procédés supérieurs à ceux qu'ils emploient. (On trouve une description de cette usine dans le journal des mines de 1826.)

Le laminage du cuivre est une opération toute mécanique; c'est presque la seule manière de le préparer maintenant. En Angleterre, le laminage coûtait 30. c le K^{ue}; en France, il coûtait 1. c; il y a quelques années; mais le prix a baissé, grâce sans doute à la concurrence. Un fabricant, qui soutenait qu'il était impossible de le laminer à meilleur marché, le fait cependant à présent pour 70. c. Il vient de se former une grande fabrique de laminage à Nevers; on y emploiera une machine à vapeur de 100 chevaux, au lieu d'une machine hydraulique dont l'action était souvent interrompue, faute d'eau. Il est donc probable que le prix diminuera encore; c'est fort à désirer, parce qu'alors les usages de ce métal se multiplieront davantage.

On fait ordinairement chauffer le cuivre

en lingots dans un four à feu de coke avant de le passer au laminoir. Quand le ~~cuivre~~ bûte du laminoir est en fonte au lieu d'être en bois, il est beaucoup plus solide. On peut alors, au moyen d'une grande puissance mécanique qui exerce une pression suffisante, laminier la pièce de cuivre d'un seul coup, sans être obligé de la faire chauffer de nouveau, ce qui lui ferait perdre la qualité d'écrue qu'il a déjà acquise par le laminage; la grande pression, au contraire, le rend plus dense & en corrige les défauts. On a vu, à la dernière exposition au Louvre, des feuilles de cuivre ainsi laminées de 6 à 7 mètres de longueur & de plus de 2 de hauteur.

On emploie rarement le cuivre rouge à des pièces de moulage, parce qu'il arrive souvent que leur surface est piquée, criblée de petits trous qui les rendent très-difficiles à graver; autre-ment on, jusqu'à présent, employé fort peu de cylindres moulés avec ce cuivre pour l'impression des toiles. Un alliage de cuivre & d'étain vaut beaucoup mieux. Toutefois on en fait aussi de cuivre rouge bien frappé au martinet, après avoir passé au laminoir, afin de le rendre très-compact & à grain serré; ensuite on le brase avec de l'argent; mais la ligne de cette soudure laisse une petite nuance différente sur la toile. On grave ces cylindres avec

une molette sur laquelle le dessin est buriné
et qui le transporte sur le cylindre, comme
on l'a dit dans la dernière leçon, en
parlant de la gravure sur acier. ~~Pl. 18~~

On fabrique néanmoins quelques cylindres
de cuivre moulés par le procédé suivant.

On a un moule de fer fondu dont la surface intérieure est couverte de tripoli en poudre très fine pour la rendre parfaitement lisse, & on y place un mandrin cylindrique qui ne le remplit pas entièrement, on fait chauffer le moule ainsi préparé, puis, après avoir fait fondre le cuivre, on le coule dans l'espace qui reste entre le mandrin & l'enveloppe. Mais le retrait du cuivre par le refroidissement pourrait occasionner quelques piquures ou lacunes sur la surface intérieure; pour obvier à cet inconvénient, on exerce une très-forte pression sur la surface intérieure, au moyen d'une vis qui agit sur le mandrin dont elle augmente le diamètre. Cette pression s'exerce en même temps sur le cylindre de cuivre & neutralise l'effet du retrait. Les cylindres ainsi fabriqués sont très-compacts & leur surface est parfaitement polie.

Le professeur nous a montré un de ces
cylindres en cuivre rouge; il a été acheté en
Angleterre, avant qu'on fût parvenu à faire,
maintenant, on en fait de très-beaux à Paris,
particulièrement chez M. ^{Laplace} ~~Croix~~ ^{de la Harpe},
~~Boulevard~~, rue du Faubourg S. Denis N°.

Ces cylindres ont en outre l'avantage qu'on peut

on substituer un dessin à un autre. Cela s'exécute en Angleterre avec beaucoup de célérité. Un fabricant qui demeure, par exemple, à 12 lieues de Manchester, y envoie par la diligence du matin, son cylindre à graver du dessin qu'il désire et qu'il fait exister à Manchester; si on s'en occupe de suite, on peut le faire pendant la halte de la diligence qui le rapporte le soir du même jour.

Le plomb est un métal qui a autrefois beaucoup d'importance dans les arts, mais cependant que le cuivre. Sa valeur est l'un quart de celle de ce dernier métal.

nulle, car nos mines sont plus que suffisantes pour la consommation. Il n'existe dans plus de 30 départements; mais il y en a peu d'exploitables, vu la peu de valeur du métal & l'incertitude du produit. Souvent tel qu'on parait fort riche et cette tout-à-coup. Cette crainte empêche les capitalistes de s'exposer seul aux chances d'une semblable exploitation; il faudrait, pour réussir dans les entreprises de ce genre, quelques associations comme en Angleterre, où les capitalistes se gardent bien de placer tous leurs capitaux dans une seule spéculation; ils s'engagent au contraire dans 8 ou 10 quelquefois très-différentes, de sorte que si 2 ou 3 échouent, ils en font un gain par le bénéfice que leur procure le succès de celles qui prospèrent.

Nos mines, sans être très-abondantes en fournissent plus que celles de cuivre; on en évalue le produit à 30,000 q.^{rs} métriques environ; ce qui fait à peu près les 0.3 de la consommation, puisque les importations sont de 66 à 74 000 quint.^{aux} (V. la 2^e formule) ~~Elles~~ Elles pourraient être

Le laminage du plomb est une opération facile et qu'on exécute en France aussi parfaitement qu'on peut le désirer. On en fait des feuilles de toutes dimensions. Voici quelques détails sur la manière dont on y procède.

Lorsque le plomb, après avoir été fondu, est sur le point de se solidifier, ce que l'on connaît aisément à la simple vue, on le coule sur un plan de sable plus ou moins incliné, de sorte que si 2 ou 3 échouent, ils en font un gain par le bénéfice que leur procure le succès de celles qui prospèrent.

Suivant l'épaisseur à donner à la feuille, on règle appliquée aux extrémités de la forme ou du plan de l'able on limite la largeur & la longueur; une autre règle que deux hommes font glisser sur toute l'étendue de la surface de la feuille, immédiatement après le coulage du plomb, enlève les apprêts qui auraient pu s'y former et la rend autre lisse que possible. La feuille est d'autant plus mince que l'inclinaison de la forme se rapproche davantage du plan vertical; mais le plomb doit être presque figé lorsqu'on le verse, afin qu'il ne coule pas avec trop de rapidité.

Il existe une fabrique de plomb coulé à Paris, chez M.^r Feroux. Il est très-rare qu'on trouve quelque défaut dans les pièces qui en sortent. La Cie Manby, de Charenton, vient aussi d'en établir une à Olichy. C'est au moins autant qu'il en faut pour les besoins actuels.

Il semble qu'on pourrait économiser la force motrice dans le laminage du plomb avec une température de 29 à 30.^e seulement, qui rend la feuille plus ductile, comme on l'éprouve par la facilité avec laquelle se dilate une plaque de plomb mise sur un poêle tiède, lorsqu'on la presse tant soit peu avec une petite boule de fer qu'on roule sur sa surface. Au reste, il ne pourrait pas en résulter de très-grands avantages, car la dépense est déjà fort peu de chose par le procédé ordinaire; elle ne s'élève qu'à 10.^e le K^m en France; cependant elle n'est

que de 8.^e en Angleterre, probablement parce que le combustible y est moins cher.

On fait maintenant de très-longes tuyaux de plomb sans soudure, en les étirant à la filière, au lieu de les couler d'un ^{appareil} ~~autre~~ l'autre dans un moule sur un mandrin, comme autrefois. On commence néanmoins par les couler autrement très-épais; ensuite la filière les amène en les allongeant; leur surface intérieure en est beaucoup plus lisse.

La fabrication de ces tuyaux est très-facile et pourrait s'exécuter sur place pour ceux nécessaires à la conduite des eaux. Il suffit d'avoir du plomb fondu dans un vase et de le couler dans un moule garni d'un mandrin; puis on le retire du moule, on l'allonge au moyen d'un moulinet ou d'un appareil facile à établir partout. Le fourneau pour la fusion n'est pas fort embarrassant, parce qu'il faut peu de combustible pour fondre le plomb dont la chaleur spécifique n'est qu'environ le 3.^e de celle de l'eau. (29 à 1000) Les tuyaux de ce genre sont d'autant plus avantageux qu'ils peuvent être sans soudure, ou du moins n'être soudés qu'à de très-grandes distances, ce qui rendrait leurs réparations moins fréquentes. On vient d'imaginer un
Il serait inutile d'entrer ici dans des détails sur la nature & les propriétés de

procédé qui doit, dit-on, en faire d'une longueur de 30 à 40 mètres. Il est analogue à celui qu'on emploie dans la fabrication du vermicelle.

métaux; ces questions appartiennent aux Cours de Chimie générale.

On ne peut pas non plus faire connaître tous les modes d'emploi du plomb; mais il existe un nouveau procédé de fabrication de celui de chasse qui n'est pas sans intérêt. Le procédé est exécuté de la manière suivante.

On verse le plomb fondu dans un vase dont le fond est percé de plusieurs petits trous comme une écumoire; (V. la fig. ²⁴ ~~25~~ ~~26~~ ~~27~~ ~~28~~ ~~29~~ ~~30~~ ~~31~~ ~~32~~ ~~33~~ ~~34~~ ~~35~~ ~~36~~ ~~37~~ ~~38~~ ~~39~~ ~~40~~ ~~41~~ ~~42~~ ~~43~~ ~~44~~ ~~45~~ ~~46~~ ~~47~~ ~~48~~ ~~49~~ ~~50~~ ~~51~~ ~~52~~ ~~53~~ ~~54~~ ~~55~~ ~~56~~ ~~57~~ ~~58~~ ~~59~~ ~~60~~ ~~61~~ ~~62~~ ~~63~~ ~~64~~ ~~65~~ ~~66~~ ~~67~~ ~~68~~ ~~69~~ ~~70~~ ~~71~~ ~~72~~ ~~73~~ ~~74~~ ~~75~~ ~~76~~ ~~77~~ ~~78~~ ~~79~~ ~~80~~ ~~81~~ ~~82~~ ~~83~~ ~~84~~ ~~85~~ ~~86~~ ~~87~~ ~~88~~ ~~89~~ ~~90~~ ~~91~~ ~~92~~ ~~93~~ ~~94~~ ~~95~~ ~~96~~ ~~97~~ ~~98~~ ~~99~~ ~~100~~ ~~101~~ ~~102~~ ~~103~~ ~~104~~ ~~105~~ ~~106~~ ~~107~~ ~~108~~ ~~109~~ ~~110~~ ~~111~~ ~~112~~ ~~113~~ ~~114~~ ~~115~~ ~~116~~ ~~117~~ ~~118~~ ~~119~~ ~~120~~ ~~121~~ ~~122~~ ~~123~~ ~~124~~ ~~125~~ ~~126~~ ~~127~~ ~~128~~ ~~129~~ ~~130~~ ~~131~~ ~~132~~ ~~133~~ ~~134~~ ~~135~~ ~~136~~ ~~137~~ ~~138~~ ~~139~~ ~~140~~ ~~141~~ ~~142~~ ~~143~~ ~~144~~ ~~145~~ ~~146~~ ~~147~~ ~~148~~ ~~149~~ ~~150~~ ~~151~~ ~~152~~ ~~153~~ ~~154~~ ~~155~~ ~~156~~ ~~157~~ ~~158~~ ~~159~~ ~~160~~ ~~161~~ ~~162~~ ~~163~~ ~~164~~ ~~165~~ ~~166~~ ~~167~~ ~~168~~ ~~169~~ ~~170~~ ~~171~~ ~~172~~ ~~173~~ ~~174~~ ~~175~~ ~~176~~ ~~177~~ ~~178~~ ~~179~~ ~~180~~ ~~181~~ ~~182~~ ~~183~~ ~~184~~ ~~185~~ ~~186~~ ~~187~~ ~~188~~ ~~189~~ ~~190~~ ~~191~~ ~~192~~ ~~193~~ ~~194~~ ~~195~~ ~~196~~ ~~197~~ ~~198~~ ~~199~~ ~~200~~ ~~201~~ ~~202~~ ~~203~~ ~~204~~ ~~205~~ ~~206~~ ~~207~~ ~~208~~ ~~209~~ ~~210~~ ~~211~~ ~~212~~ ~~213~~ ~~214~~ ~~215~~ ~~216~~ ~~217~~ ~~218~~ ~~219~~ ~~220~~ ~~221~~ ~~222~~ ~~223~~ ~~224~~ ~~225~~ ~~226~~ ~~227~~ ~~228~~ ~~229~~ ~~230~~ ~~231~~ ~~232~~ ~~233~~ ~~234~~ ~~235~~ ~~236~~ ~~237~~ ~~238~~ ~~239~~ ~~240~~ ~~241~~ ~~242~~ ~~243~~ ~~244~~ ~~245~~ ~~246~~ ~~247~~ ~~248~~ ~~249~~ ~~250~~ ~~251~~ ~~252~~ ~~253~~ ~~254~~ ~~255~~ ~~256~~ ~~257~~ ~~258~~ ~~259~~ ~~260~~ ~~261~~ ~~262~~ ~~263~~ ~~264~~ ~~265~~ ~~266~~ ~~267~~ ~~268~~ ~~269~~ ~~270~~ ~~271~~ ~~272~~ ~~273~~ ~~274~~ ~~275~~ ~~276~~ ~~277~~ ~~278~~ ~~279~~ ~~280~~ ~~281~~ ~~282~~ ~~283~~ ~~284~~ ~~285~~ ~~286~~ ~~287~~ ~~288~~ ~~289~~ ~~290~~ ~~291~~ ~~292~~ ~~293~~ ~~294~~ ~~295~~ ~~296~~ ~~297~~ ~~298~~ ~~299~~ ~~300~~ ~~301~~ ~~302~~ ~~303~~ ~~304~~ ~~305~~ ~~306~~ ~~307~~ ~~308~~ ~~309~~ ~~310~~ ~~311~~ ~~312~~ ~~313~~ ~~314~~ ~~315~~ ~~316~~ ~~317~~ ~~318~~ ~~319~~ ~~320~~ ~~321~~ ~~322~~ ~~323~~ ~~324~~ ~~325~~ ~~326~~ ~~327~~ ~~328~~ ~~329~~ ~~330~~ ~~331~~ ~~332~~ ~~333~~ ~~334~~ ~~335~~ ~~336~~ ~~337~~ ~~338~~ ~~339~~ ~~340~~ ~~341~~ ~~342~~ ~~343~~ ~~344~~ ~~345~~ ~~346~~ ~~347~~ ~~348~~ ~~349~~ ~~350~~ ~~351~~ ~~352~~ ~~353~~ ~~354~~ ~~355~~ ~~356~~ ~~357~~ ~~358~~ ~~359~~ ~~360~~ ~~361~~ ~~362~~ ~~363~~ ~~364~~ ~~365~~ ~~366~~ ~~367~~ ~~368~~ ~~369~~ ~~370~~ ~~371~~ ~~372~~ ~~373~~ ~~374~~ ~~375~~ ~~376~~ ~~377~~ ~~378~~ ~~379~~ ~~380~~ ~~381~~ ~~382~~ ~~383~~ ~~384~~ ~~385~~ ~~386~~ ~~387~~ ~~388~~ ~~389~~ ~~390~~ ~~391~~ ~~392~~ ~~393~~ ~~394~~ ~~395~~ ~~396~~ ~~397~~ ~~398~~ ~~399~~ ~~400~~ ~~401~~ ~~402~~ ~~403~~ ~~404~~ ~~405~~ ~~406~~ ~~407~~ ~~408~~ ~~409~~ ~~410~~ ~~411~~ ~~412~~ ~~413~~ ~~414~~ ~~415~~ ~~416~~ ~~417~~ ~~418~~ ~~419~~ ~~420~~ ~~421~~ ~~422~~ ~~423~~ ~~424~~ ~~425~~ ~~426~~ ~~427~~ ~~428~~ ~~429~~ ~~430~~ ~~431~~ ~~432~~ ~~433~~ ~~434~~ ~~435~~ ~~436~~ ~~437~~ ~~438~~ ~~439~~ ~~440~~ ~~441~~ ~~442~~ ~~443~~ ~~444~~ ~~445~~ ~~446~~ ~~447~~ ~~448~~ ~~449~~ ~~450~~ ~~451~~ ~~452~~ ~~453~~ ~~454~~ ~~455~~ ~~456~~ ~~457~~ ~~458~~ ~~459~~ ~~460~~ ~~461~~ ~~462~~ ~~463~~ ~~464~~ ~~465~~ ~~466~~ ~~467~~ ~~468~~ ~~469~~ ~~470~~ ~~471~~ ~~472~~ ~~473~~ ~~474~~ ~~475~~ ~~476~~ ~~477~~ ~~478~~ ~~479~~ ~~480~~ ~~481~~ ~~482~~ ~~483~~ ~~484~~ ~~485~~ ~~486~~ ~~487~~ ~~488~~ ~~489~~ ~~490~~ ~~491~~ ~~492~~ ~~493~~ ~~494~~ ~~495~~ ~~496~~ ~~497~~ ~~498~~ ~~499~~ ~~500~~ ~~501~~ ~~502~~ ~~503~~ ~~504~~ ~~505~~ ~~506~~ ~~507~~ ~~508~~ ~~509~~ ~~510~~ ~~511~~ ~~512~~ ~~513~~ ~~514~~ ~~515~~ ~~516~~ ~~517~~ ~~518~~ ~~519~~ ~~520~~ ~~521~~ ~~522~~ ~~523~~ ~~524~~ ~~525~~ ~~526~~ ~~527~~ ~~528~~ ~~529~~ ~~530~~ ~~531~~ ~~532~~ ~~533~~ ~~534~~ ~~535~~ ~~536~~ ~~537~~ ~~538~~ ~~539~~ ~~540~~ ~~541~~ ~~542~~ ~~543~~ ~~544~~ ~~545~~ ~~546~~ ~~547~~ ~~548~~ ~~549~~ ~~550~~ ~~551~~ ~~552~~ ~~553~~ ~~554~~ ~~555~~ ~~556~~ ~~557~~ ~~558~~ ~~559~~ ~~560~~ ~~561~~ ~~562~~ ~~563~~ ~~564~~ ~~565~~ ~~566~~ ~~567~~ ~~568~~ ~~569~~ ~~570~~ ~~571~~ ~~572~~ ~~573~~ ~~574~~ ~~575~~ ~~576~~ ~~577~~ ~~578~~ ~~579~~ ~~580~~ ~~581~~ ~~582~~ ~~583~~ ~~584~~ ~~585~~ ~~586~~ ~~587~~ ~~588~~ ~~589~~ ~~590~~ ~~591~~ ~~592~~ ~~593~~ ~~594~~ ~~595~~ ~~596~~ ~~597~~ ~~598~~ ~~599~~ ~~600~~ ~~601~~ ~~602~~ ~~603~~ ~~604~~ ~~605~~ ~~606~~ ~~607~~ ~~608~~ ~~609~~ ~~610~~ ~~611~~ ~~612~~ ~~613~~ ~~614~~ ~~615~~ ~~616~~ ~~617~~ ~~618~~ ~~619~~ ~~620~~ ~~621~~ ~~622~~ ~~623~~ ~~624~~ ~~625~~ ~~626~~ ~~627~~ ~~628~~ ~~629~~ ~~630~~ ~~631~~ ~~632~~ ~~633~~ ~~634~~ ~~635~~ ~~636~~ ~~637~~ ~~638~~ ~~639~~ ~~640~~ ~~641~~ ~~642~~ ~~643~~ ~~644~~ ~~645~~ ~~646~~ ~~647~~ ~~648~~ ~~649~~ ~~650~~ ~~651~~ ~~652~~ ~~653~~ ~~654~~ ~~655~~ ~~656~~ ~~657~~ ~~658~~ ~~659~~ ~~660~~ ~~661~~ ~~662~~ ~~663~~ ~~664~~ ~~665~~ ~~666~~ ~~667~~ ~~668~~ ~~669~~ ~~670~~ ~~671~~ ~~672~~ ~~673~~ ~~674~~ ~~675~~ ~~676~~ ~~677~~ ~~678~~ ~~679~~ ~~680~~ ~~681~~ ~~682~~ ~~683~~ ~~684~~ ~~685~~ ~~686~~ ~~687~~ ~~688~~ ~~689~~ ~~690~~ ~~691~~ ~~692~~ ~~693~~ ~~694~~ ~~695~~ ~~696~~ ~~697~~ ~~698~~ ~~699~~ ~~700~~ ~~701~~ ~~702~~ ~~703~~ ~~704~~ ~~705~~ ~~706~~ ~~707~~ ~~708~~ ~~709~~ ~~710~~ ~~711~~ ~~712~~ ~~713~~ ~~714~~ ~~715~~ ~~716~~ ~~717~~ ~~718~~ ~~719~~ ~~720~~ ~~721~~ ~~722~~ ~~723~~ ~~724~~ ~~725~~ ~~726~~ ~~727~~ ~~728~~ ~~729~~ ~~730~~ ~~731~~ ~~732~~ ~~733~~ ~~734~~ ~~735~~ ~~736~~ ~~737~~ ~~738~~ ~~739~~ ~~740~~ ~~741~~ ~~742~~ ~~743~~ ~~744~~ ~~745~~ ~~746~~ ~~747~~ ~~748~~ ~~749~~ ~~750~~ ~~751~~ ~~752~~ ~~753~~ ~~754~~ ~~755~~ ~~756~~ ~~757~~ ~~758~~ ~~759~~ ~~760~~ ~~761~~ ~~762~~ ~~763~~ ~~764~~ ~~765~~ ~~766~~ ~~767~~ ~~768~~ ~~769~~ ~~770~~ ~~771~~ ~~772~~ ~~773~~ ~~774~~ ~~775~~ ~~776~~ ~~777~~ ~~778~~ ~~779~~ ~~780~~ ~~781~~ ~~782~~ ~~783~~ ~~784~~ ~~785~~ ~~786~~ ~~787~~ ~~788~~ ~~789~~ ~~790~~ ~~791~~ ~~792~~ ~~793~~ ~~794~~ ~~795~~ ~~796~~ ~~797~~ ~~798~~ ~~799~~ ~~800~~ ~~801~~ ~~802~~ ~~803~~ ~~804~~ ~~805~~ ~~806~~ ~~807~~ ~~808~~ ~~809~~ ~~810~~ ~~811~~ ~~812~~ ~~813~~ ~~814~~ ~~815~~ ~~816~~ ~~817~~ ~~818~~ ~~819~~ ~~820~~ ~~821~~ ~~822~~ ~~823~~ ~~824~~ ~~825~~ ~~826~~ ~~827~~ ~~828~~ ~~829~~ ~~830~~ ~~831~~ ~~832~~ ~~833~~ ~~834~~ ~~835~~ ~~836~~ ~~837~~ ~~838~~ ~~839~~ ~~840~~ ~~841~~ ~~842~~ ~~843~~ ~~844~~ ~~845~~ ~~846~~ ~~847~~ ~~848~~ ~~849~~ ~~850~~ ~~851~~ ~~852~~ ~~853~~ ~~854~~ ~~855~~ ~~856~~ ~~857~~ ~~858~~ ~~859~~ ~~860~~ ~~861~~ ~~862~~ ~~863~~ ~~864~~ ~~865~~ ~~866~~ ~~867~~ ~~868~~ ~~869~~ ~~870~~ ~~871~~ ~~872~~ ~~873~~ ~~874~~ ~~875~~ ~~876~~ ~~877~~ ~~878~~ ~~879~~ ~~880~~ ~~881~~ ~~882~~ ~~883~~ ~~884~~ ~~885~~ ~~886~~ ~~887~~ ~~888~~ ~~889~~ ~~890~~ ~~891~~ ~~892~~ ~~893~~ ~~894~~ ~~895~~ ~~896~~ ~~897~~ ~~898~~ ~~899~~ ~~900~~ ~~901~~ ~~902~~ ~~903~~ ~~904~~ ~~905~~ ~~906~~ ~~907~~ ~~908~~ ~~909~~ ~~910~~ ~~911~~ ~~912~~ ~~913~~ ~~914~~ ~~915~~ ~~916~~ ~~917~~ ~~918~~ ~~919~~ ~~920~~ ~~921~~ ~~922~~ ~~923~~ ~~924~~ ~~925~~ ~~926~~ ~~927~~ ~~928~~ ~~929~~ ~~930~~ ~~931~~ ~~932~~ ~~933~~ ~~934~~ ~~935~~ ~~936~~ ~~937~~ ~~938~~ ~~939~~ ~~940~~ ~~941~~ ~~942~~ ~~943~~ ~~944~~ ~~945~~ ~~946~~ ~~947~~ ~~948~~ ~~949~~ ~~950~~ ~~951~~ ~~952~~ ~~953~~ ~~954~~ ~~955~~ ~~956~~ ~~957~~ ~~958~~ ~~959~~ ~~960~~ ~~961~~ ~~962~~ ~~963~~ ~~964~~ ~~965~~ ~~966~~ ~~967~~ ~~968~~ ~~969~~ ~~970~~ ~~971~~ ~~972~~ ~~973~~ ~~974~~ ~~975~~ ~~976~~ ~~977~~ ~~978~~ ~~979~~ ~~980~~ ~~981~~ ~~982~~ ~~983~~ ~~984~~ ~~985~~ ~~986~~ ~~987~~ ~~988~~ ~~989~~ ~~990~~ ~~991~~ ~~992~~ ~~993~~ ~~994~~ ~~995~~ ~~996~~ ~~997~~ ~~998~~ ~~999~~ ~~1000~~ ~~1001~~ ~~1002~~ ~~1003~~ ~~1004~~ ~~1005~~ ~~1006~~ ~~1007~~ ~~1008~~ ~~1009~~ ~~1010~~ ~~1011~~ ~~1012~~ ~~1013~~ ~~1014~~ ~~1015~~ ~~1016~~ ~~1017~~ ~~1018~~ ~~1019~~ ~~1020~~ ~~1021~~ ~~1022~~ ~~1023~~ ~~1024~~ ~~1025~~ ~~1026~~ ~~1027~~ ~~1028~~ ~~1029~~ ~~1030~~ ~~1031~~ ~~1032~~ ~~1033~~ ~~1034~~ ~~1035~~ ~~1036~~ ~~1037~~ ~~1038~~ ~~1039~~ ~~1040~~ ~~1041~~ ~~1042~~ ~~1043~~ ~~1044~~ ~~1045~~ ~~1046~~ ~~1047~~ ~~1048~~ ~~1049~~ ~~1050~~ ~~1051~~ ~~1052~~ ~~1053~~ ~~1054~~ ~~1055~~ ~~1056~~ ~~1057~~ ~~1058~~ ~~1059~~ ~~1060~~ ~~1061~~ ~~1062~~ ~~1063~~ ~~1064~~ ~~1065~~ ~~1066~~ ~~1067~~ ~~1068~~ ~~1069~~ ~~1070~~ ~~1071~~ ~~1072~~ ~~1073~~ ~~1074~~ ~~1075~~ ~~1076~~ ~~1077~~ ~~1078~~ ~~1079~~ ~~1080~~ ~~1081~~ ~~1082~~ ~~1083~~ ~~1084~~ ~~1085~~ ~~1086~~ ~~1087~~ ~~1088~~ ~~1089~~ ~~1090~~ ~~1091~~ ~~1092~~ ~~1093~~ ~~1094~~ ~~1095~~ ~~1096~~ ~~1097~~ ~~1098~~ ~~1099~~ ~~1100~~ ~~1101~~ ~~1102~~ ~~1103~~ ~~1104~~ ~~1105~~ ~~1106~~ ~~1107~~ ~~1108~~ ~~1109~~ ~~1110~~ ~~1111~~ ~~1112~~ ~~1113~~ ~~1114~~ ~~1115~~ ~~1116~~ ~~1117~~ ~~1118~~ ~~1119~~ ~~1120~~ ~~1121~~ ~~1122~~ ~~1123~~ ~~1124~~ ~~1125~~ ~~1126~~ ~~1127~~ ~~1128~~ ~~1129~~ ~~1130~~ ~~1131~~ ~~1132~~ ~~1133~~ ~~1134~~ ~~1135~~ ~~1136~~ ~~1137~~ ~~1138~~ ~~1139~~ ~~1140~~ ~~1141~~ ~~1142~~ ~~1143~~ ~~1144~~ ~~1145~~ ~~1146~~ ~~1147~~ ~~1148~~ ~~1149~~ ~~1150~~ ~~1151~~ ~~1152~~ ~~1153~~ ~~1154~~ ~~1155~~ ~~1156~~ ~~1157~~ ~~1158~~ ~~1159~~ ~~1160~~ ~~1161~~ ~~1162~~ ~~1163~~ ~~1164~~ ~~1165~~ ~~1166~~ ~~1167~~ ~~1168~~ ~~1169~~ ~~1170~~ ~~1171~~ ~~1172~~ ~~1173~~ ~~1174~~ ~~1175~~ ~~1176~~ ~~1177~~ ~~1178~~ ~~1179~~ ~~1180~~ ~~1181~~ ~~1182~~ ~~1183~~ ~~1184~~ ~~1185~~ ~~1186~~ ~~1187~~ ~~1188~~ ~~1189~~ ~~1190~~ ~~1191~~ ~~1192~~ ~~1193~~ ~~1194~~ ~~1195~~ ~~1196~~ ~~1197~~ ~~1198~~ ~~1199~~ ~~1200~~ ~~1201~~ ~~1202~~ ~~1203~~ ~~1204~~ ~~1205~~ ~~1206~~ ~~1207~~ ~~1208~~ ~~1209~~ ~~1210~~ ~~1211~~ ~~1212~~ ~~1213~~ ~~1214~~ ~~1215~~ ~~1216~~ ~~1217~~ ~~1218~~ ~~1219~~ ~~1220~~ ~~1221~~ ~~1222~~ ~~1223~~ ~~1224~~ ~~1225~~ ~~1226~~ ~~1227~~ ~~1228~~ ~~1229~~ ~~1230~~ ~~1231~~ ~~1232~~ ~~1233~~ ~~1234~~ ~~1235~~ ~~1236~~ ~~1237~~ ~~1238~~ ~~1239~~ ~~1240~~ ~~1241~~ ~~1242~~ ~~1243~~ ~~1244~~ ~~1245~~ ~~1246~~ ~~1247~~ ~~1248~~ ~~1249~~ ~~1250~~ ~~1251~~ ~~1252~~ ~~1253~~ ~~1254~~ ~~1255~~ ~~1256~~ ~~1257~~ ~~1258~~ ~~1259~~ ~~1260~~ ~~1261~~ ~~1262~~ ~~1263~~ ~~1264~~ ~~1265~~ ~~1266~~ ~~1267~~ ~~1268~~ ~~1269~~ ~~1270~~ ~~1271~~ ~~1272~~ ~~1273~~ ~~1274~~ ~~1275~~ ~~1276~~ ~~1277~~ ~~1278~~ ~~1279~~ ~~1280~~ ~~1281~~ ~~1282~~ ~~1283~~ ~~1284~~ ~~1285~~ ~~1286~~ ~~1287~~ ~~1288~~ ~~1289~~ ~~1290~~ ~~1291~~ ~~1292~~ ~~1293~~ ~~1294~~ ~~1295~~ ~~1296~~ ~~1297~~ ~~1298~~ ~~1299~~ ~~1300~~ ~~1301~~ ~~1302~~ ~~1303~~ ~~1304~~ ~~1305~~ ~~1306~~ ~~1307~~ ~~1308~~ ~~1309~~ ~~1310~~ ~~1311~~ ~~1312~~ ~~1313~~ ~~1314~~ ~~1315~~ ~~1316~~ ~~1317~~ ~~1318~~ ~~1319~~ ~~1320~~ ~~1321~~ ~~1322~~ ~~1323~~ ~~1324~~ ~~1325~~ ~~1326~~ ~~1327~~ ~~1328~~ ~~1329~~ ~~1330~~ ~~1331~~ ~~1332~~ ~~1333~~ ~~1334~~ ~~1335~~ ~~1336~~ ~~1337~~ ~~1338~~ ~~1339~~ ~~1340~~

pour produire ce résultat; mais il est connu maintenant; il consiste à ajouter un peu plus de 3 grammes d'arsenic par kilogramme de plomb.

Il existe une fabrique de ce genre à Paris, sur les tours de S. Jacques la Boucherie qu'on présume avoir 80 mètres de hauteur. Les lois de la chute des corps nous indiquent donc que la chute du plomb doit s'accomplir en 4 secondes, c'est-à-dire, qu'il parcourt 5 mètres pendant la 1^{re} seconde, puis 12 1/2 & 38 pendant les trois autres, d'après la progression arithmétique croissante 1. 3. 5. Ainsi, la vitesse moyenne est de 20 mètres (V. la 2^e formule & la figure, ~~fig. 1~~ ^{n^o 24}).

Mais comme il n'est pas facile d'avoir à sa disposition une tour de cette hauteur on pourrait y suppléer avec un courant d'air ascendant qui accélérerait la descente du plomb & la congélation. Supposons, par exemple, que la tour n'ait que 20 mètres, la chute du plomb s'opérera en 2" et la vitesse moyenne sera de 10 mètres; mais en donnant, au moyen d'un ventilateur une vitesse de 30 mètres à l'air ascendant, on obtiendra le même effet qu'avec l'autre tour parce que les gouttes de plomb seront en contact avec une masse d'air beaucoup plus grande. (V. la 1^{re} formule) ~~fig. 1~~ ^{fig. 2}

L'examen de la sonde sera l'objet de la prochaine leçon.

Chimie.

Lundi 21 Mars 1822.

42 73.

appliquée aux arts.

De la Soude. — De son extraction. — Des moyens d'absorber l'acide hydrochlorique provenant de cette extraction.

Formule de la soude. $NaCl$

(a) Ce ne serait que 8^c le H^g m^g n'est-ce pas une erreur? Le prix de l'acide sulfurique a toujours été coté au moins à 40^c le quintal métrique ou 40^c le H^g. C'est aussi le prix indiqué dans la 2^e formule de la 27^e leçon. A la vérité, ce sera le plus concentré, celui de 66^c; mais il semble que la différence ne doit pas être aussi grande, car elle serait dans le rapport de 1 à 3, tandis que leurs effets ne sont que dans le rapport de 1.6 à 1, comme on le voit dans la table ci-dessous qui fait connaître le minimum d'acide sulfurique à employer, dans son divers degré de concentr., pour la fabrication du sulfate de soude, et par 100 H^g de sel marin altéré conformément à l'art. 2 de l'ordonnance Royale du 18 Xbre 1822.

66. H ^g à 66 degrés.	102. 332 à 50 degrés.
82. 584. à 60.	105. 639 à 49.
91. 496. à 55.	108. 283 à 48.
93. 535. à 54.	110. 893 à 47.
95. 565. à 53.	113. 617 à 46.
98. 124. à 52.	117. 200 à 45.
99. 955. à 51.	

Ext. de l'Ind.
1^{re} q^{ue} de 304.



Grain généraux & outils. 50. "
Interêts de 400 000. 100. "
Intérêts de 400 000. 120. "
Revient de 8300 H^g soude 1001.40.
et de 100 H^g 12.06 = 1001.40
83.

ne serait que 8^c le Kilogramme, mais qui c'est une erreur, car j'ai toujours entendu dire que l'acide sulfurique vendait 40^c le quintal métrique. C'est le plus concentré, celui de 66^c; il doit à la vérité, coûter plus cher qu'à 50^c, mais la différence ne peut pas être aussi grande. (Art. 2 art. 81.)

pour produire ce résultat; mais il est connu
maintenant; il consiste à ajouter un peu
plus de 3 grammes d'arsenic par kilogramme

[illegible]

Vitesse moyenne sera de 10 mètres; mais en donnant au moyen d'un ventilateur une vitesse de 30 mètres à l'air ascendant, on obtiendra le même effet qu'avec l'autre tour parce que les gouttes de plomb seront en contact avec une masse d'air beaucoup plus grande. (V. la 1^{re} formule.)

L'examen de la Sonde sera l'objet de la prochaine leçon.

Chimie.
appliquée aux arts.
4^e leçon.

Lundi 21 mars 1828. 42 73.

De la Soude. - De son extraction. - Des moyens d'absorber
l'acide hydrochlorique provenant de cette extraction.

formules & figures tracées sur le tableau.
(V. la fig. n^o 23.)

1^o Production de Soude en France.

Environ 30 Manufactures.

36000,000 K. à 20. f. les 100 K., valeur = 7,200,000 f.

Économie sur les Soudes étrangères, 7 à 8 millions.

2^o Importations.

	Etats.	Soude.
en 1822.	5,837,546 K.	1,745,000 K.
1823.	4,158,378.	661,000.
1824.	7,239,721.	env. 200,000.

3^o Compté de fabrication de la Soude à Marseille.

Sel, 5000 K. à 1. f. 50. (leg. mtg.) = 75 f.
Acide sulfurique à 50.°, 5750 K. à 8 f. = 460. (a)
Sulfate de soude produit, 5500 K. = 53 f.
Craie, 5500 K. à 50. = 27.50.
Charbon 3850 K. à 1.8 f. = 71.22.
Feu de four double, 5280 K. Charbon à 1.8 f. 97.68.
Main d'œuvre - - - - - 50. "
Frais généraux & outils - - - - 100. "
Intérêt de 400000. - - - - 120. "

Revient de 8300 K. soude 1001.40.
et de 100 K. 12.06 = 1001.40
83.

fig. n^o 23.

Appareil
de fabrication de
la soude. (V. la fig. n^o 23.)



ne serait que 8 C. le Kilogramme;
mais que c'est une erreur, car j'ai
toujours entendu dire que l'acide sulfurique
se vendait 40 f. le quintal métrique. Or
c'est le plus concentré, celui de 66.° il
doit à la vérité, coûter plus cher, mais 50.
malin la différence ne peut pas être autre
et c'est. (V. la fig. n^o 23.)

L'art de fabriquer la soude, par son extraction du sel marin, ne date que d'une trentaine d'années; cependant on le pratique avec beaucoup de facilité et de succès. Autrefois, à l'exception d'une petite quantité de soude de vareck provenant de la combustion de quelques plantes maritimes et qui n'était pas d'une très-bonne qualité, toute celle que l'on consommait en France y était importée. Il en venait beaucoup d'Alicante; mais alors elle valait ^{plus que le} double de ce qu'elle coûte maintenant.

C'était aussi par l'incinération de diverses plantes ^{et principalement de la famille qu'on} maritimes ~~qui~~ produisant la soude d'Alicante. Ces plantes contiennent beaucoup d'oxalate de soude qu'on transformait en carbonate de même base, toujours mêlé néanmoins de ^{quelques} ~~plantes~~ matières terreuses & salines qui altéraient la soude; mais

Aujourd'hui, c'est en décomposant le sel marin par l'intermède de l'acide sulfurique qu'on obtient toute la soude nécessaire aux besoins de l'art. Le procédé qu'on suit actuellement a été imaginé en 1790 par M. Leblanc; on en a obtenu plusieurs autres en 1793, mais on en revint au sien. C'est à lui qu'on doit l'heureuse idée de mêler du carbonate calcaire & du charbon au sulfate de soude, pour décomposer ce dernier sel; car il ne suffisait pas d'avoir transformé l'hydrochlorate de soude en sulfate; il fallait encore extraire la soude du sulfate; on y parvient au moyen de ce mélange de carbonate & de charbon; il en résulte un sous-carbonate

celle d'Alicante était la meilleure. Elle a la force alcaline des sodes artificielles, tandis que celle de vareck ne contient pas plus de 100 de soude pure; le reste est à l'état de muriates de soude et de potasse. Celle qu'on retire du natron l'est également très-inférieure aux autres.

De soude qui est la soude du commerce.

Cependant on n'exécuta pas de suite ce procédé, parce qu'alors l'acide sulfurique était fort cher; ce n'est qu'en 1796 qu'on en établit quelques fabriques, une entr'autres chez M. Laven à Paris, lorsque la guerre eut rendu plus difficile l'importation des soudes étrangères dont le prix était, par conséquent, fort augmenté.

Celui de la soude artificielle a été aussi très-élevé jusqu'en 1810; à cette époque, plusieurs manufactures s'établirent à Marseille, et le prix de l'acide sulfurique ayant diminué successivement de beaucoup, celui de la soude baissa également au point de ne plus être maintenant que de 20^e le gal. métrique, au lieu de 20^e les 100 lb. prise d'autrefois. C'est

donc à M. Séblane que la France doit d'être affranchie d'un tribut de 7 à 8 millions qu'elle payait à l'étranger pour cet objet. Quelques manufacturiers de Marseille prétendaient avoir perfectionné son procédé, mais il n'en est rien. Il faut lui en laisser toute la gloire qu'il s'est faite aux autres d'en avoir profité plus qu'il n'en a coûté.

Sur les 16 millions de K. de soude qu'on fabrique annuellement en France les seules manufactures de Marseille en fournissent 12, ainsi qu'on le voit dans les états publiés en juillet 1824 par le Préfet des Bouches du Rhône. Les importations se réduisent

tout les jours. (V. la 2^e formule) (6)
On peut espérer que dans peu d'années elles seront nulles.
La naturalisation de cette branche.

(6) Il est même étonnant qu'il y en ait encore d'après la différence des prix; ou bien celle qu'on importe ne coûte sans doute pas davantage que l'autre.

Autre avantage dans la fabrication de la soude, c'est qu'elle a occasionné l'exploitation des mines de houille qui se trouvent en Provence et dont on n'aurait aucun parti auparavant, non plus que des lagunes qui abondent dans les calcaires ~~de la montagne~~.

D'industrie n'est, du reste, avantageuse à la France que parce que la soude indigène coûte beaucoup moins que les autres. Dans le contraire, elle serait préjudiciable. C'est ce qui a lieu pour la fabrication du salpêtre qu'on veut, à toute force, naturaliser et qui revient à 2^e le K^e, tandis que celui de l'Inde ne coûterait que 60.

La soude pouvant être substituée la potasse dans tous les arts où l'on emploie ce dernier alcali, excepté pour le salpêtre ^(ou celui-ci est indispensible) & les cristaux, l'importation de la soude s'est considérablement réduite, jusqu'à ce qu'on a fait de très-beau verre avec la soude, on ne parvenant encore à l'employer avec succès dans la fabrication du cristal; ^{celui-ci} ~~cependant~~ ^{l'emploi est, cependant,} la soude éprouvée à une plus grande force alcaline que la plus belle potasse perlée; celle-ci ne marque que 70° & la soude 80°. Il y a donc lieu de croire qu'elle pourrait aussi remplacer la potasse dans le cristallin. Ce serait un procédé fort avantageux, c'est une découverte à faire.

La fabrication de la soude est encore peu connue en Angleterre; cependant on n'en a jamais fait un secret. Celle qu'on y produit est sulfurée et peu caustique. Son usage est nuisible dans beaucoup de cas. On en fait aussi en décomposant

le sel marin par la potasse du commerce qui est un soude-carbonaté, et on obtient de suite des cristaux de carbonate de soude. Ce ne serait peut-être pas une mauvaise spéculation que de porter nos soudes en Angleterre où il y a établi des fabriques de cette matière, d'après nos procédés.

L'extraction de la soude, suivant celui de M. Leblanc, se divise en deux opérations. La première consiste à transformer le sel marin en sulfate de soude, et la seconde à extraire la soude brute de ce sulfate. Le succès de la première dépend des proportions bien déterminées des matières; il ne faut ni trop d'acide sulfurique ni trop peu, sinon il y aurait excès d'acide ou de sel, et la formation du sulfate serait incomplète. Quelquefois on y emploie de l'acide sulfurique concentré, principalement quand l'opération se fait dans des vases clos; ce sont de grands cylindres trien-épais, de 2 mètres de long & 0.5 de diamètre. On y met 100 K^g de sel bien desséché, qui a déjà éprouvé une décrepitation; il se décompose plus facilement que lorsqu'il est humide; l'acide sulfurique le pénètre mieux, & il en résulte un contact plus parfait de leurs molécules, condition

nécessaire dans toute action chimique. Il arrive néanmoins assez souvent que le mélange s'opère difficilement; l'acide s'arrête sur une couche de sel qu'il n'atteint pas; il faut alors remuer les matières pour en déterminer le contact. Il y a au fond du cylindre une ouverture à laquelle on adapte un tube de verre ou de grès qui communique avec un vase contenant de l'eau pour dissoudre le gaz acide hydrochlorique que produit la décomposition du sel marin; il est inutile que ce tube plonge dans l'eau vu la facilité avec laquelle l'acide hydrochlorique est absorbé par ce liquide; son immersion ne servirait qu'à augmenter la pression qui pourrait alors occasionner quelque accident; mais il faut boucher le vase renfermant l'eau qui absorbe l'acide afin qu'il ne s'en dégage par dans l'atmosphère. On peut au besoin, avoir plusieurs vases semblables, à la suite de l'autre, comme dans l'appareil de Woulfe. La dissolution d'acide hydrochlorique qu'on obtient dans cette opération marque 22° à l'aréomètre de Baumé; sa densité = 1,16.

Pour préserver le cylindre ou la chambre de l'action de l'acide hydrochlorique qu'on

en altère la partie supérieure, on se sert quelquefois d'un couvercle de grès; mais la fonte éprouve ^{encore} une autre détérioration par suite de la décomposition de l'eau de l'acide sulfurique; l'hydrogène de cette portion d'eau se dégage & son oxygène se combine avec le fer. On peut aussi tourner le cylindre quand la partie supérieure a souffert, après de changer.

Il y a grès de faire une fabrique de sulfate de soude dans le seul but de recueillir l'acide hydrochlorique, parce que cet acide, qu'on pourrait avoir à très-bas prix des manufactures étrangères, est d'un transport difficile; c'est pourquoi il est plus avantageux de le faire près des lieux où on le consomme. Ainsi, des ^{fabriques de soude} manufactures de grès seraient probablement fort utiles ^{autres} grès de Lyon, de Mulhausen & autres pays dont les manufactures emploient, soit l'acide même, soit le chlore qu'on en retire. (C)

¶ Dans la fabrique de soude de environs de Marseille, on ne tire aucun parti de l'acide hydrochlorique; il y cause, au contraire, quelquefois d'assez grands dommages. Il se dégage dans l'atmosphère avec les autres produits gazeux de la combustion. Lorsque l'air est sec, le gaz hydrochlorique est à peine visible; mais pour peu qu'il y ait d'humidité, ce gaz, qui en est très-acide, s'en empare, et devenant plus

(C) Par la même raison, il semble qu'il vaudrait davantage d'avoir de semblables manufactures près de Marseille, puisqu'on y trouverait à très-bas prix, dans celles de soude, tout l'acide hydrochlorique dont on aurait besoin.

la pointe exposée à l'action de l'acide hydrochlorique. Cet appareil est préférable au four à double effet quand on veut dissoudre cet acide.

¶ Le sulfate de soude, pourvu qu'il soit employé immédiatement dans la fabrication du verre, est inutile de le décomposer pour cet usage. On peut ainsi économiser les frais de cette décomposition.

Il intenter aux fabricans,
des environs de Marseille;
~~mais~~ mais la plupart
étaient achetés par des
~~gens~~ gens qui en
faisaient un objet de
spéculation. On publiait
même à cet égard les contes
les plus absurdes; on disait,
par exemple, que des chevaux
de poste qui passaient
sur une route fort éloignée
des fabriques, avaient
été tués par l'effet de
cette émanation.

pesant, tombe à la surface de la terre
ou moins promptement, suivant la rapidité
de son refroidissement; là, il détruit
complètement tous les végétaux qui en
éprouvent le contact. C'est un très-grand
inconvenient pour les propriétaires des
terrains voisins de ces fabriques, et plus
encore pour les fabricans même, parce
qu'ils sont souvent obligés de payer des
indemnités considérables. On peut ajouter
à cet égard que leurs voisins élevaient presque
toujours des prétentions exorbitantes & trop
souvent accueillies. On a cru qu'il y avait
Ce serait une question fort intéressante
à résoudre que celle qui indiquerait le
moyen de neutraliser ^{à peu de frais} le gaz acide
hydrochlorique qui se dégage des
appareils d'extraction de la soude
dont la coupe est tracée ^{dans la fig. 34.} ~~et dont~~ la figure, p. 43. Notre professeur, qui
trouvait sur les lieux dans le mois
d'octobre dernier, a déjà soigneusement
examiné cette question, et il y trouve de
très-grandes difficultés, sans néanmoins
désespérer du succès. Il faut appliquer
à cette opération le calcul & les notions
hydrauliques. Il s'agit principalement
de savoir dans quelles proportions l'acide
hydrochlorique

hydrochlorique se trouve avec les autres produits gazeux de la combustion qui se dégagent en même temps & par la même issue; il faut aussi connaître la vitesse de ce mélange gazeux, sa température, & le tirage des cheminées qu'il importe en outre de ne pas diminuer. Enfin c'est presque entièrement une question de mécanique.

Les fourneaux d'extraction de la soude sont à réverbère. (V. la fig. ^{n° 28} 28.) La partie A en est le foyer; les deux capacités B & C sont destinées à contenir, l'une le sulfate de soude & le mélange de craie & de charbon qui doit se décomposer, l'autre le sel marin et l'acide sulfurique pour former ce sulfate; ainsi, les deux opérations se font simultanément. ^{La matière contenue dans la} La décomposition qui résulte de la première produit ^{première cavité, produit} du sulfure de chaux & du sous-carbonate de soude ou de la soude brute car il est impossible de l'avoir pure, ^{si ce n'est dans le laboratoire de chimie;} c'est d'ailleurs à cet état de sous-carbonate qu'on l'emploie dans le commerce. Les produits de la seconde sont le sulfate de soude & le gaz acide hydrochlorique; mais ce gaz est mêlé avec ceux en bien plus grande quantité qui s'échappent du four par les cheminées D; il ne forme qu'en que 0.01 du volume total de ce mélange gazeux, de sorte que sur cent mètres cubes, il n'y en a qu'un d'acide hydrochlorique qu'il faut isoler et condenser; c'est en quoi consiste la difficulté. Si cet acide était pur, comme celui qui se

On peut y ajouter un ~~petit~~ entonnoir E avec robinet pour verser dans la capacité C l'acide sulfurique nécessaire à la transformation du sel marin en sulfate de soude, et même pour y introduire aussi le premier de ces deux sels. La

Dégagé par l'autre procédé ci-dessus décrit ~~(4. 7. 8.)~~ rien ne serait plus facile que de l'absorber; mais pour le trouver & le saisir au milieu d'une masse gazeuse dont il ne forme qu'une très-petite portion, il faut un puissant moyen de condensation. C'est à peu près comme lorsqu'il s'agit d'extraire quel que trace de métal d'un minéral très-pauvre.

Cependant quoique l'acide hydrochlorique ne soit que le 100^e de la totalité du gaz gazeux, la quantité est encore considérable car on ne décompose par moins de 2500 de sel par jour, ce qui fournit environ 250 d'acide sec. Il faut donc ~~un~~ beaucoup d'eau pour le dissoudre & de craie pour le neutraliser; à la vérité, la pierre calcaire est très-abondante dans le voisinage des manufactures de soude; elle ne coûte que le quintal métrique, toute pulvérisée, telle qu'il convient de l'employer dans cette opération pour faciliter la combinaison de la base avec l'acide hydrochlorique dissous. On a pourtant déjà essayé ce moyen de condensation, mais sans succès, probablement d'en avoir calculé les éléments et proportions. Il semble qu'on y parviendrait de la manière suivante.

Les cheminées des fours à soude étant adossées à des côtes, on pourra

Une des causes du non succès consiste sans doute en ce que la dissolution saturée étant plus chaude que l'autre ^{portion} du liquide, elle occupe la partie supérieure du récipient, de sorte que le gaz n'est plus en contact avec l'eau qui devrait l'absorber.

pratiquer au sommet de chaque cheminée
une très-grande capacité, une espèce de
caverne qui en serait le prolongement;
on ~~aurait~~ y mettrait une quantité suffisante
de carbonate de chaux ~~en~~ pulvérisé ou broyé,
et on y introduirait beaucoup de vapeur
d'eau qui s'empare^{rait} ~~de l'acide pyrochlore~~ ^{de l'acide pyrochlore} Cette
dissolution ayant une force élastique bien
diverse que l'acide gazeux & se trouvant
en outre en présence d'une base salifiable
pour laquelle elle a beaucoup ^{plus} d'affinité que
n'en a l'acide carbonique, ~~il~~ y combinerait & formerait un hydrochlorate
de chaux; ~~parce~~ quant à l'acide carbonique
du carbonate, il se dégagerait avec les
autres gaz, et sans causer aucun dommage.

Il n'y aurait d'autre inconvénient
à employer beaucoup de vapeur d'eau que celui
de la dépense du combustible pour la produire;
il faudrait néanmoins l'y introduire avec
quelque ménagement, afin que la condensation
ne fût pas ruisseler l'eau dans la cheminée
et dans le four. Il importe donc de connaître
la quantité nécessaire de cette vapeur ainsi
que celle de la pierre calcaire; il faut aussi
déterminer ~~la plus~~ ^{la plus} exactement possible, les
dimensions de la caverne à construire au
sommet de la cheminée, de manière à ne
pas nuire au tirage. C'est enfin un problème
très-compiqué dont le calcul seul peut
donner la solution. Quoiqu'il en soit,

y employera la cascade chimique effroyable; elle sera remplie de pierres calcaires mouillées que le gaz acide muriatique ^{et saturé} décomposera en même temps qu'il se dissolvera. ~~Il est~~ ^{à remarquer} qu'il faut 36 mètres cubes de cascade pour l'acide qui résulte de la décomposition de 100 K^{ilogrammes} de sel par heure; mais il convient de doubler cet espace; du reste, elle doit être proportionnée à la capacité du fourneau.

(V. la description de la cascade chimique dans la note A de la 37^e leçon ci-dessus.)

• Dans plusieurs fabriques des environs de Marseille, on a pratiqué de longs canaux de pierre calcaire que l'acide muriatique traverse; il se combine avec cette pierre & forme du muriate de chaux.

Il y a aux Iles d'Hyères une fabrique de soude d'où on fait dégager l'acide dans l'atmosphère; mais il en résulte aucun dommage pour les environs, car la fabrique est presque entièrement isolée au milieu de la mer. C'est une position extrêmement avantageuse.

(38^e leçon de 1827.)

m. Clément se propose d'en faire l'essai incessamment à son risque et péril.

Il estime qu'il faudra 40 quintaux de carbonate calcaire par jour & par fourneau outre 7000 K^{ilogrammes} d'eau environ, parce qu'il en faut aussi pour dissoudre le muriate de chaux, afin qu'il ne forme pas de croûte dans la caverne qui en serait bientôt obstruée. Le transport de ces matières pour tout celui de l'eau, sera dispendieux, parce que la Provence est un pays aride. Une autre difficulté consiste à savoir ce qu'on fera de l'hydrochlorate de chaux. On croit qu'on pourrait l'employer comme engrais; mais on n'a encore été fait que peu d'essai à cet égard; c'est sur des ^{terres sèches} ~~terres~~ qu'on l'a essayé avec succès; ceux qu'on a arrosés avec la dissolution de ce sel sont devenus en peu

de temps très-gros & se sont élevés à près de 4 mètres. Il serait bien avantageux de pouvoir en tirer ce parti, cela ne doit-il pas payer le frais de condensation; mais si l'on peut servir d'engrais ou à tout autre usage quelconque, les frais seront augmentés de l'épave de son transport jusqu'à la mer. Il en débarrasser, car on ne pourrait pas jeter dans les ruisseaux. (d) ✕

En terminant notre professeur a engagé les auditeurs à méditer sur le moyen d'utiliser l'hydrochlorate de chaux, & à lui communiquer le résultat de leurs réflexions.

(V. la 38^e leçon du cours de 1826.)

(d) Ne devrait-il pas possible de le transformer en chlorure de chaux, comme on tire maintenant un parti très-avantageux?

Chimie

appliquée aux arts.

3^e leçon.

Judi, 24 Mars 1828.

48 85.

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.

Formules écrites sur les Tableaux.

1^o Valeurs de quelques alcalis.

Soude d'Alicante.	De 20 à 40 Deg.
Soude factice.	20 à 40
Natron.	20 à 30
Soude végétale.	10 à 15.
Vareck.	1 à 1 1/2.
Potasse perlatte, 1 ^{re} .	60 à 63.
„ d'Amérique, caustique, 1 ^{re} .	60 à 63.
Potasse, 2 ^e .	50 à 55.
Potasse, 2 ^e .	50 à 55.
„ blanche de Suède.	52 à 58.
„ de Dantzick.	45 à 52.
„ bleue de Dantzick.	45 à 52.

2^o Procédés de l'alcali pour un blanchisseur.

Potasse, 10000 ^l . à 60 ^D = 600000 ^D à 1.20 ^{le} K ^o = 12,000.
Sel de soude épuri, 7500 ^l . à 80 ^D = 600000 ^D à 1.20 ^{le} K ^o = 7,200.
Economie — 4,800.

3^o Sujets restant à traiter.

Chaux, mortier, plâtre.	Raffinage du sucre.
Acide carbonique. Eau minérale factice; Céruse.	Fermentation & distillation.
Acide sulfurique.	Eau de vie de Seculier.
Alun & Sulfate de fer & de cuivre.	Suif végétale.
Agriculture. Notions chimiques.	Sels ammoniacaux.
	Cannerie.

En 1828, la potasse à 60^o ne coûtait que 190^{fr}. le q^{al} mtq.

Nous avons à terminer aujourd'hui l'examen de la soude, puis à nous occuper, mais un peu brièvement, de celui de la potasse, et des moyens alcalimétriques.

Le procédé d'extraction de la soude par l'acide sulfurique, dont il a été question dans la dernière séance, jouit d'une supériorité incontestable sur tous ceux qu'on a pu imaginer avant & après; c'est donc le seul qu'il importe de connaître.

Les proportions de craie & de charbon indiquées dans la formule pour décomposer le sulfate de soude, ^{formule 3^e leçon} ~~ne sont~~ ^{ne sont} pas invariables; ~~elles~~ ^{elles} sont subordonnées au degré d'alcalinité qu'on veut donner à la soude; Il arrive aussi quelque fois que tout le sel marin qu'on a mis en contact avec l'acide sulfurique n'est pas décomposé; il y a donc moins de sulfate de soude et par conséquent, il faut moins de craie & de charbon.

Après avoir fait un mélange exact de ces trois substances, on le met dans un four à réverbère d'une forme elliptique, qu'on chauffe à la température rouge. L'acide sulfurique du sulfate est décomposé par le charbon qui s'empare de son oxygène; de là résulte de l'acide carbonique qui se combine avec la soude, et en fait un sous-carbonate; mais il est mêlé avec

(dont on tire maintenant un parti très-avantageux?)

Le sulfate de chaux qui s'est autre formé, car le soufre de l'acide sulfurique décomposé abandonne la soude pour se porter sur la chaux. La masse, alors, a l'apparence d'une fritte peu avancée.

Il est essentiel que la pierre calcaire qu'on emploie soit pure, c'est-à-dire, qu'elle ne contienne pas de silice et d'alumine qui, en se combinant avec ^{une partie de la} soude en feraient une matière vitreuse qu'il serait ensuite impossible de dissoudre et même de séparer de l'autre.

Il faut se servir de celle avec laquelle on fait la chaux grasse; celle-ci est ^{la pierre calcaire} ~~celle-ci~~ qui existe abondamment dans les environs de Marseille; autre cette situation est-elle très-favorable aux fabriques de soude. La pierre calcaire impure donne ce qu'on appelle la chaux maigre, autrefois rejetée, et maintenant employée avec succès dans le mortier hydraulique pour les constructions. ^{comme on le verra plus tard} Pour l'eau, mais, on le répète, il faut soigneusement s'en tenir dans la décomposition du sulfate de soude. On connaît facilement la qualité d'une pierre calcaire, en l'écrasant avec de l'acide nitrique étendu d'eau; cet acide la décompose, mais il ne dissout que la chaux, la silice et l'alumine se précipitent.

Il suffit de concasser la pierre calcaire, au lieu de la pulvériser; la

* Lorsque il n'existe pas de fabrique d'acide sulfurique dans le voisinage d'une fabrique de soude de quelque importance, il est avantageux et économique de réunir l'une et l'autre; car le transport de l'acide en augmente beaucoup. Le ~~procédé~~ prise, à cause des précautions qu'il exige.

fractionnaire, ~~petite~~ qu'elle résulte d'une expérience de deux ou trois jours; mais on conçoit aisément qu'elle doit varier, car cela tient à une foule de circonstances qui changent d'un moment à l'autre.

calcination achève de la réduire en poussière, cela diminue d'autant la dépense. Le charbon peut aussi n'être que broyé grossièrement, de bois ou de terre.

Le mélange étant dans le four qu'on entretient constamment à une haute température on le brasse de temps à autre avec un long bâton. Il forme d'abord une espèce de pâte, puis il prend un commencement de fusion. C'est alors qu'on le retire du four avec le fourgon. Dans un four bien fait, cette opération dure environ une heure et demie. Chaque cuite peut donner 250 à 300 Kilos, ce qui fait 20 à 40 quintaux métriques par jour avec un seul four.

D'après le compte donné dans la dernière leçon, on voit que la fabrication de la soude ne revient guère qu'à 12.^e le 100 K.^m (V. la 2.^e formule, 34.^e leçon.) Il est vrai que ce compte est celui d'une fabrique de Marseille où on s'obtient avec le plus d'économie parce que les matières premières y sont à très-bon prix. L'acide sulfurique est celui qui coûte le plus; il fait presque les 2/3 de la dépense totale. (a) la quantité de charbon du foyer est exprimée en nombre

(a) Si l'acide sulfurique ne coûte que 460.^e, ce n'est pas tout-à-fait la moitié de 1001.^e 40.^e montant de la dépense totale (V. la 2.^e formule, 34.^e leçon.) Mais à 20.^e le K.^m, comme il est dit ci-après, cet acide coûterait 1180.^e Il y aurait donc 620.^e à ajouter à la dépense totale qui, alors, s'élèverait à 1801.^e 40.^e Dans ce cas, la dépense de l'acide en formerait environ les 2/3. Si elle en formait les 2/5, ce serait parce qu'il coûterait encore plus de 20.^e le K.^m - Ces considérations ne paraissent pas à négliger, car le prix de la soude en augmente d'autant; il ne serait plus de 12.^e 66.^e le quintal métrique, = $\frac{1001.40}{82}$, mais bien de 20.^e 28.^e = $\frac{1691.40}{82}$

§. Lorsque il n'existe pas de fabrique d'acide sulfurique dans le voisinage d'une fabrique de soude de quelque importance, il est avantageux et économique de réunir l'une et l'autre; car le transport de l'acide en augmente beaucoup le ~~prix~~ prise, à cause des précautions qu'il exige.

Calcination achevée de la réduire en poudre fine, cela diminue d'autant la dépense. Le charbon peut aussi n'être que broyé grossièrement, de bois ou de terre.

Le mélange étant dans le four qu'on entretient constamment à une haute température on le brasse de temps à autre avec un râteau. Il forme d'abord une espèce de pâte, puis il prend un commencement de fusion. C'est alors qu'on le retire du four avec le fourgon. Dans un four bien fait, cette opération dure environ une heure et demie. Chaque cuite peut donner 250 à 300 kilogr. ce qui fait 20 à 40 quintaux métriques par jour avec un seul four.

D'après le compte donné dans la dernière séance on voit que la

dont on tire maintenant un parti très avantageux?

Elle est ordinairement
de trois qualités diff.^{tes}
1^{re} à l'état caustique
2^{de} à celui de sulfure,
3^{de} de soufre carbonaté.

La matière à demi-fondue qu'on retire
du four est la soude brute. On fait couler dans
des moules de tôle celle qui est destinée à
être vendue; on en fait ainsi des masses de
45 à 100 K^{il} qui se détachent facilement du
moule lorsqu'elles sont refroidies. Le maniement
et le transport en sont plus faciles que si la
soude était en petits fragments, comme celle
qui doit être consommée dans le grays &c.
qu'on fait tomber sur le sol en la retirant
du four.

Il y a aussi des manufactures de raffinage
de soude; mais elles ne sont pas dans le
même local que celles de son extraction;
les réglemens de Douane s'y opposent, pour
empêcher les contraventions qu'on pourrait
commettre aux loix sur l'impôt du sel.

Il s'en faut de beaucoup qu'on
obtienne toute la soude qui existe dans le
sel marin, ^{même lorsque la totalité se combine}
~~laque de combine ensuite~~ avec
l'acide sulfurique; car avec 100^K de sel
& 23.5 de cet acide concentré, on ne produit
pas plus de 166^K de soude brute à 23^o,
comme il est dit dans la formule précitée
où l'on voit que 5000^K de sel donnent 2700^K
de soude ~~(4.5.7.2)~~. Or, cela n'équivaut qu'à
54^K d'acide sulfurique; il ~~en~~ ^{en} faut donc 29.5^K
de plus. Ainsi, cet art déjà si perfectionné
peut s'être encore, puisqu'on pourrait produire

plus d'un tiers de soude au delà de ce qu'on retire communément. Il faut par conséquent rechercher les causes de ce déchet, et reconnaître si on peut l'éviter.

A Marseille, ce n'est pas dans la construction des fours que ces causes paraissent exister, car le four au lieu d'être en briques, est en pierres de grès d'une surface assez grande pour que deux autres fussent, quoique la superficie du foyer soit de plus de deux mètres carrés; ces pierres sont creusées pour pouvoir contenir le mélange de sel & d'acide sulfurique dans le moindre espace possible. En outre, la mélange n'est pas exposé à une température très-élevée dans les fours à sulfate, non plus que dans ceux à double opération, puisqu'il se trouve dans la 2^e capacité, celle qui est la plus éloignée du foyer. (V. la fig. ~~77~~ ¹²⁸). Il n'y a donc pas perte de matières par l'effet de la chaleur, c'est-à-dire, par leur volatilisation; le seul inconvénient de cette première opération serait dans la non décomposition totale du sel marin comme on l'a déjà dit. ~~77~~ ¹²⁸ Mais il paraît que la cause principale du déchet est dans la seconde opération, dont l'objet est d'extraire la soude du sulfate formé dans la première, lequel sulfate n'est jamais décomposé entièrement, car il en reste toujours dans la matière frittée; on remarque en effet que ces matières s'effleurissent au contact de l'air, ce qui prouve qu'elles contiennent du sulfate de soude, malgré la pureté de la pierre calcaire qu'on y emploie.

employait pourtant ce moyen, grâce que l'acide sulfurique contient presque le triple de ce qu'il vaut maintenant; mais l'opération était difficile; elle ne pouvait guère réussir que quand il faisait froid. Par exemple, on pouvait mettre le sulfate de fer dans des vases d'étang où il se dissolvait, puis on y jetait le sel marin et la transformation en sulfate de soude s'opérait en 24 heures.

Dans quelques pays on décompose le sel marin par le sulfate de fer, en Picardie, par exemple, où ce sulfate est très-abondant et à bon marché; on l'obtient en mettant des pyrites de fer dans l'eau. La pyrite est un sulfate dont une partie se transforme en sulfate par l'action de l'air & de l'eau qui lui fournissent l'oxygène nécessaire à la transformation. Cependant il s'y trouve aussi de l'alumine qui peut s'engager avec la soude & former une matière vitreuse, ainsi qu'on l'a dit plus haut ~~§ 87~~. Il en résulterait donc un plus grand échec encore que par l'autre procédé. Pendant la guerre, on a annoncé qu'on vient d'imaginer en Angleterre un nouveau mode d'extraction de la soude. Quoiqu'on en fasse encore un secret, il est permis de douter qu'il puisse l'emporter avec avantage contre celui de W. Leblanc. Il en donnera peut-être ^{plus que celui-ci} ~~un avantage~~, mais pas à un autre bon prix. Toutes les matières que nous y employons sont à très-bon marché; l'acide sulfurique est ce qui coûte le plus, et pourtant il ne vaut que 20 Cent. le H^l m^l à Marseille (V. la 3^e formule & la note A, ^{à la page 91 pour que l'acide} ~~note A ci-dessus~~ ^{ce qui se vend} le doute plus probable à cet égard, c'est que l'auteur du nouveau procédé Anglais n'a pas encore répondu au défi que notre Professeur lui a adressé de produire la soude à meilleur marché que celle qu'on fabrique à Marseille. Il serait néanmoins à désirer que cela fût possible; la diminution de prix d'une matière quelconque est toujours dans l'intérêt général.

La soude brute qu'on obtient par la décomposition du sulfate doit subir d'autres préparations, pour la rendre plus alcaline et la dégager des matières hétérogènes ^{qu'elle contient} que le sulfure de chaux &c. On en fait donc une lessive en la mettant dans de grands cuiviers en pierre, non en poudre très fine, mais en petits grains ou fragments, parce que la poudre se tasse dans le cuvier et forme une masse compacte, ^{une croûte} que l'eau ne peut plus pénétrer. La soude brute qu'on laisse quelques temps dans les magasins, en pains de 50 à 60 K^{ilogrammes}, se brise souvent spontanément par l'effet de l'humidité, ce qui ne laisse pas d'être avantageux, parce que les grains de trituration sont quelquefois considérables.

Surtout dans les pays où on la pulvérise à bras d'homme, comme à Paris; mais avec une machine à vapeur, ainsi qu'on le pratiquait à Glasgow, ces grains sont réduits de 3/4. Pour favoriser la délitescence de la soude en magasin, on pourrait y introduire de la vapeur d'eau par petites portions néanmoins, et à basse température afin de ne pas dissoudre le sulfure de chaux ou former du sulfure de soude.

Ce serait une erreur de croire que les lessives doivent être faites à chaud; il pourrait en résulter, au contraire, un très-grand dommage car le sulfure de chaux étant soluble dans l'eau chaude, il abandonnerait une partie de son soufre qui se combinerait avec la soude de là, une soude sulfurée très-nuisible dans une multitude de cas.

On place quelques sagots au fond du cuvier, avant d'y mettre la soude dont les parties les plus divisées doivent être sous les autres, afin d'éviter la formation de cette croûte dont on vient de parler. Pour que l'eau se répande plus uniformément sur

la soude, on l'introduit dans le cuvier en petites quantités & par la partie inférieure ou moyenne, afin que l'air qui se trouve entre les fragments de soude puisse s'échapper plus facilement par la surface; l'eau monte ensuite à la superficie, jusqu'à ce qu'il y en ait quelque centimètres au dessus de la soude.

Les cuiviers sont ordinairement construits avec un mortier fait de chaux grasse & de brique pilée. On en employait de semblables autrefois dans les lessives de blanchiment; mais quoiqu'ils fussent davantage sous le rapport de la durée, on a dû y renoncer parce qu'ils absorbaient beaucoup de chaleur, ce qui occasionnait une trop grande dépense de combustible. Cet inconvénient n'est pas à craindre dans les lessives de soude, puisqu'elles doivent être faites à froid.

Les cuiviers durent plus de 50 ans et retiennent parfaitement l'eau. En outre, lorsqu'ils se détruisent, il en reste de très-grosses masses qui peuvent servir à en construire d'autres.

Les premières eaux qui proviennent des lessives tiennent beaucoup de soude en dissolution; on les porte dans des chaudières d'évaporation en cuivre ou en fonte, où il faut éviter qu'il ne se forme un dépôt par la précipitation de la soude à la

partie inférieure qui est exposée à l'action du feu; sans cela, cette partie de la chaudière n'étant plus en contact avec la liqueur serait promptement détériorée. A Marseille on pousse la densité des dissolutions dans les chaudières d'évaporation jusqu'au moment où la précipitation commence; par conséquent, il ne s'y forme pas de dépôt; alors, on les retire pour les mettre dans des fours où s'achève leur concentration et même leur déshydratation complète. Ces fours sont construits de chaux et de ciment, matières qui ne conviennent que dans des lieux humides; mais l'humidité des fours dont ils sont constamment pleins suffit pour les conserver, car dès que celle qu'on y a mise est sèche, on la remplace de suite par d'autre.

Il vaut mieux chauffer les fours avec du bois qu'avec de la houille, parce que ce dernier combustible produit un noir de fumée qui altère la couleur de la soude. Cependant quelques fabricants s'en servent et vers la fin de l'opération, ils rendent la soude la couleur blanche, en brûlant le noir de fumée dont elle s'était chargée; mais ce procédé exige plus d'intelligence et de soins.

Les sels de soude qu'on retire de ces premières lessives sont les plus beaux; ils sont autre^{et plus} blancs que la plus belle

potasse perlasse d'Amérique. Ceux que produisent les lessives
subséquentes sont d'une qualité de plus en plus inférieure.

Les chaudières d'évaporation doivent être placées de manière
à pouvoir mettre dans le four la liqueur qu'elles contiennent,
aussitôt que la précipitation s'annonce, afin de n'être pas obligé
à un transport de matière & à des retards qui augmenteraient la dépense.

Enfin ce lessivage ou raffinage de la soude brute est une
opération à laquelle les manipulateurs doivent apporter
la plus grande attention.

La potasse, substance que nous tirons de l'étranger,
n'est indispensable que dans la fabrication du salpêtre et des
cristaux; encore pourrait-on s'en dispenser dans le premier
cas, en achetant le salpêtre même que les étrangers nous
donneraient au tiers du prix auquel revient celui qu'on
fabrique en France, ainsi qu'on l'a déjà fait remarquer
dans la dernière leçon. Cet alkali est le produit de
l'incinération des plantes et principalement du bois.
Ce combustible n'est pas assez commun en France pour
qu'on puisse s'employer à l'extraction de la potasse;
elle coûterait trop cher; cependant on en fabrique un peu
dans les Vosges & dans les Alpes. Autrefois on en
extrayait aussi du tartre; mais la grande consommation
qu'on fait maintenant de ce sel dans la teinture et
nécessité des importations considérables, quoiqu'il
s'en produise déjà une très-grande quantité en France.
Il ne convient donc pas de le décomposer pour en
extraire la potasse.

On pourrait avoir constamment en magasin
un approvisionnement de potasse de dix années; il
en résulterait toujours une grande économie, malgré
la dépense que nécessiteraient les premiers achats.
Il n'en faudrait plus alors que pour les cristaux,

car la soude la remplace parfaitement dans le blanchiment & dans la verrerie, si ce n'est peut-être pour le verre blanc.

On employait autrefois la potasse même à la fabrication de l'alun, parce qu'on la croyait nécessaire pour séparer le fer qui se trouve presque toujours mêlé à l'état de sulfate, avec celui d'alumine; mais on a reconnu que la séparation de ce sulfate de fer s'opère par la cristallisation même de l'alun, en vertu d'une certaine puissance de cristallisation, comme on le verra en traitant de la fabrication de ce dernier sel (V. la 3^e leçon.) On y emploie donc maintenant le sulfate de potasse qu'on trouve assez abondamment dans plusieurs endroits, notamment dans le département où l'on fabrique l'eau forte par la décomposition du nitre au moyen de l'acide sulfurique, et dans les manufactures de cet acide.

Les blanchisseurs ont eu beaucoup de peine à se persuader que la soude pouvait être substituée à la potasse; mais cette substitution est maintenant adoptée presque par tout, grâce à une supercherie qu'on peut dire louable d'un Epicurien de Paris, M. Noblet, qui a su donner à la soude la même apparence qu'à la potasse et qu'il a vendue pendant quelque temps sous ce dernier nom. Il y est parvenu en mêlant environ 0.02 de sulfate de cuivre avec la soude rendue caustique, puis en faisant fondre le tout dans une chaudière de fer recouverte d'un dôme ayant une ouverture, afin de pouvoir examiner de temps à autre les progrès de la fonte; on y projette, par intervalles, un peu de

Salpêtre, et on remue pour faire dégager l'azote & l'origène qui en proviennent. La matière est assez cuite lorsqu'une spatule qu'on y plonge ne noircit pas. Alors on la transvase dans plusieurs petites marmites plates où elle se solidifie. En refroidissant, elle prend une couleur jaune; on l'agite avec un bâton de bois vert, et la couleur devient rouge. Cette couleur est produite par le cuivre du sulfate que cette opération ramène à l'état métallique. La soude ainsi préparée étant coulée dans des moules de même forme que la potasse d'Amérique, puis mise dans des barils semblables, a tout-à-fait le même aspect. C'est par ce procédé qu'on a détruit le préjugé qui existait contre la soude. L'épiciers dont il s'agit a eu par conséquent une idée triplement heureuse, d'abord pour lui, parce qu'il a fait une très-grande fortune en vendant ses boules pour des potasses, ensuite parce qu'il a ouvert à nos fabricants de soude un débouché de plus, et enfin pour les blanchisseurs qui grangent la soude beaucoup moins que la potasse. On voit par la 2^e formule ci-dessus qu'il en résulte pour eux une économie de près de 1/2. Il est des blanchisseurs qui consomment de 30 à 40000 K de soude par an, ce qui fait une différence de 15 à 20000^f dans la dépense. Il y en a néanmoins quelques-uns encore, plus routiniers que les autres, qui se servent toujours de potasse. M. Clément en a vu un, près de Lille, qui avait en magasin pour 40000^f de potasse de Dantzick dont la force alcaline n'était égale qu'à celle d'une quantité de soude qui n'aurait coûté que 20000^f. On le lui a démontré, et cependant il a persisté dans son opinion que la potasse était préférable. La importation de cet alcali seraient bien moindre.

Si il était remplacé par la soude dans tout le usage où il peut
la potasse de Santzick a en outre l'inconvénient de
contenir du sulfure de fer qui fait quelquefois des taches noires
sur la toile dans le blanchiment. Elle est inférieure à
celle du Rhin qui l'est elle-même à celle de Russie, et plus
encore à celle d'Amérique.

Les essais d'alcali se font avec l'acide sulfurique
ils sont fondés sur la propriété qu'a cet acide, en quantité
bien déterminée, de neutraliser une quantité autre donnée
d'alcali. ~~Par exemple~~ Par exemple, 100 K^{gr} de potasse
du Rhin saturant 50 K^{gr} d'acide sulfurique concentré,
équivalent à 48 K^{gr} de potasse pure. Au reste, la
manière de procéder à ces essais est décrite dans un
si grand nombre d'ouvrages, notamment dans un
mémoire récent de M. G. Gay Lussac & Selster,
qu'il est inutile d'entrer dans des détails à cet égard.

La valeur des divers alcalis, telle qu'elle est
énoncée dans la 1^{re} formule, a été déterminée par
M. Vauquelin.

La 3^e formule indique les sujets qui restent
à traiter pour terminer le cours de cette année; on
en commencera l'examen dans la séance prochaine
qui n'aura lieu que le premier Jeudi après l'après
attendu que M. Dupin doit donner une leçon samedi
pour la clôture du cours de Mécanique.

(b) V. aussi sur l'alcalimétrie le 40^e volume des annales
de chimie, p. 17 & 273. — Il y a également dans le 19^e
v^{ol} de ces annales un rapport sur la fabrication de la soude.
V. aussi 1^{re} Ind. p. 11. 2^e Ind. p. 308, procédé pour la vérification
du titre du sulfate de soude.
En un mot, ce qu'on appelle soude à 36^o, par exemple,
est une soude dont il faut 100 parties, en poids, pour
saturer 36 d'acide sulfurique concentré.

3.

La chaux est le résultat de la calcination d'une pierre calcaire où prédomine le carbonate de chaux. Il y a des pierres qui sont tout carbonate, telles que le marbre très-blanc, celui de Carrare; mais elles ne sont pas préférables pour la calcination, à celles qu'on emploie communément, la chaux qu'on retire des pierres calcaires les plus pures n'a pas une qualité supérieure. Il arrive au contraire quelquefois que l'argile & les oxides métalliques qui se trouvent dans quelques pierres communes, donnent à la chaux des propriétés dont on tire le meilleur parti, principalement dans les constructions hydrauliques. C'est à M. Vicat, Ingénieur des Ponts & Chaussées, qu'on doit la connaissance de ces propriétés qui constituent ce qu'on appelle la chaux maigre. Ses recherches qu'il a faites à cet égard ne datent que de quelques années; mais on en a déjà obtenu les résultats les plus satisfaisants.

Les pierres qui fournissent cette chaux maigre ou hydraulique sont celles dont la dissolution dans l'acide nitrique ou muriatique laisse un résidu boueux très-léger, comme de l'argile délayée; lorsque ce résidu n'existe pas, la chaux est grasse. Celle-ci ne convient pas aux constructions hydrauliques, à moins qu'on n'y mêle certaines matières étrangères qui lui donnent la qualité de l'autre, ces matières sont la lave, la pouzzolane, toute espèce de débris volcaniques, le ciment de briques ou de tuiles pulvérisées &c. Il résulte de leur mélange avec la chaux grasse un mortier dont la dureté augmente continuellement sous l'eau, comme celui qui est fait avec la chaux maigre sans ce mélange. Mais on fait maintenant faire de la chaux maigre avec

des pierres calcaires qui n'en fournissaient autrefois que de l'autre sorte; il en sera parlé ci-après.

La préparation de la chaux consiste dans la cuisson de la pierre calcaire qu'on chauffe jusqu'à la température de 600° ou petit rouge. Cette pierre est en fragments d'environ deux décimètres cubes qu'on mêle avec le combustible, bois, houille, coke ou tourbe, même d'une qualité médiocre; on en fait des lits sous lesquels on allume un feu de bois léger dont la flamme doit pénétrer partout.

Les carbonates de chaux n'ont pas d'eau de cristallisation, par même le marbre de Carrare le plus blanc et le spath d'Islande le plus transparent; mais ils ont une eau de mouillage qui forme environ 0.015 de leur poids. La cuisson a pour objet de la leur enlever ainsi que l'acide carbonique qui en fait grès de 0.115. La chaux n'a donc, après la cuisson, guère plus que la moitié du poids des pierres calcaires mises dans le four. Pour la chaux commune, il faut que les pierres soient entièrement calcinées; quand elles ne le sont qu'à leur surface, la chaux ne s'éteint pas; mais cette pierre imparfaitement calcinée a des propriétés particulières dont on parlera ci-après.

On a imaginé depuis peu une méthode excellente pour cuire la chaux; c'est en établissant un courant continu dans un four ayant la forme d'un cône renversé où l'on place le mélange de pierre calcaire & de combustible; on allume le feu au dedans de l'ouverture inférieure; l'air y est plus

propre à la combustion, parce qu'il est plus pur que la partie supérieure où, par conséquent, la température est beaucoup moindre. Au fur & à mesure que la pierre se calcine, on la tire hors du fourneau au moyen d'un ringard par la partie inférieure; elle y est remplacée par la pierre des couches supérieures qui, en se rapprochant du foyer, achève de se calciner. On met en même temps un nouveau mélange de pierres calcaires & de combustible, afin que le four soit toujours plein. Ce procédé tout récent est en usage à l'établissement de la gare

à chaux. La pierre le Jardin des plantes; il est bien préférable à celui qu'on voit dans la plupart des autres fours # à chaux. Dans la confection de la chaux maigre, il faut éviter qu'elle se brûle, car alors elle peut se friter & se vitrifier à cause des matières argileuses qu'elle contient, ce qui en altère la qualité et l'empêche de s'éteindre convenablement.

Les proportions du combustible à employer dans la cuisson de la chaux sont indiquées ci-dessus. (V. lat.)

La calcination des pierres à plâtre s'opère par un autre procédé. On ignore si il serait avantageux d'y appliquer celui des fours à chaux; cependant il ne paraît pas qu'il puisse en résulter une grande économie. Sous le plâtre, on entasse les moellons d'un sur l'autre au dessus d'une galerie où l'on fait un feu de menu bois, afin que la flamme soit assez étendue pour s'insinuer par tout & produire le même effet que

Si le combustible était mêlé avec la matière à calciner. Néanmoins, il arrive assez souvent qu'elle est inégalement cuite, et c'est un défaut. (b)

(b) Mais il y a une amélioration qui paraît possible dans une des préparations du plâtre, la pulvérisation. Le mode usité maintenant n'est-il pas presque barbare? Il s'exécute péniblement au moyen de grosses barres de bois dont sont armés deux ou trois hommes qui frappent à tour de bras sur un tas de plâtre concassé, pendant des heures entières, pour n'en réduire en poudre qu'une très petite quantité. Il faut ajouter que ces malheureux étant courbés sur ce plâtre, et enveloppés de l'atmosphère de poussière qui s'en exhale, ils en respirent nécessairement les parties les plus ténues, ce qui peut n'être pas sans danger pour leur santé. Une machine à broyer, du genre même le plus simple, ne serait-elle pas bien préférable?

Et puisque nous en venons sur ce sujet, il me semble que c'est ici le cas de parler d'un perfectionnement analogue dont paraît susceptible l'emploi des pierres de taille. Ces pierres sont amenées à Paris sous la forme de blocs énormes dont le débarquement et le chargement sur les voitures, ainsi que leur transport aux lieux où elles doivent être employées, exigent des efforts quelque fois prodigieux de la part des hommes et des chevaux; il en est de même à leur déchargement.

Tout cela s'effectue très-lentement, vu la difficulté de manier de semblables masses, & il en résulte des accidents trop fréquents. Si on devait les employer telles qu'on les apporte, il n'y aurait rien à dire, si ce n'est peut-être que les moyens de transport pourraient être

Les pierres à chaux qui contiennent de l'argile sont celles qui produisent la chaux maigre. L'argile est un mélange de silice et d'alumine très-divisée, au point qu'il est impossible de les distinguer et de les séparer l'une de l'autre. C'est cette union intime de silice, d'alumine & de pierre calcaire qui donne à la chaux la qualité hydraulique, ou la propriété de durcir immédiatement sous l'eau.

La différence principale de la chaux grasse à la chaux maigre consiste dans le volume qu'elles acquièrent par leur extinction; celui de la chaux grasse est plus que triple, et l'autre est beaucoup moindre. (V. la 2^e formule.)

perfectionner; mais presque toutes doivent être sciées, divisées, taillées en un grand nombre de parties, et la voie publique en est souvent obstruée pendant plusieurs mois. Or, ne pourrait-on pas établir sur les bords de la rivière un atelier où s'exécuteraient ces travaux préparatoires ou tout au moins le sciage, soit par les mêmes ouvriers, soit, bien mieux encore, par des machines? On en ferait de toutes les dimensions & d'après les dessins qu'apporteraient les architectes. On les transporterait ensuite avec bien moins de peine & de frais là où l'on devra s'en servir. Un semblable atelier ne pourrait-il pas être établi aussi dans le voisinage des carrières d'où l'on extrait ces pierres? car leur transport des carrières aux bateaux qui les amènent à Paris n'est sans doute par moins pénible.

Je liore ces réflexions aux méditations des hommes qui s'occupent spécialement de la direction de ces sortes de travaux. V. 4^e Courr, pag. 46 lre

N^o la rivière mécanique Boquin, qui avait été formée à la Gare quai de l'hôpital, pour briser de même les cailloux, a été saisie. (avril 1827.)

L'hydrate de chaux résultant de son extinction forme une pâte qu'on mêle avec diverses substances pour en faire un mortier; ces substances sont des scories volcaniques ou de verreries, des cendres, des débris de forges, du sable quartzeux &c.

Si on met dans l'eau une boule faite d'un mortier mêlé de chaux grasse et de sable quartzeux, quelque dure qu'elle soit auparavant, elle se ramollit et se réduit en poudre; mais si au lieu de ce sable, on mêle avec la chaux grasse quelques débris argileux ou volcaniques, pouzzolane, &c. son mortier se durcit dans l'eau; l'addition de ces matières le rend hydraulique.

Le mortier hydraulique devient dur à l'air également, lorsqu'il est séché lentement.

La véritable cause de la dureté qu'acquièrent les mortiers est encore inconnue. On l'attribuait à l'absorption de l'acide carbonique de l'air par la chaux, à une régénération du carbonate de chaux; c'était une erreur, car le mortier hydraulique qui est l'un des plus durs, ne peut pas absorber cet acide sous l'eau; d'ailleurs on n'en trouve pas non plus dans les mortiers antiques dont la dureté est aussi très-grande &c. qui ont été exposés à l'air pendant plusieurs siècles.

Il existe sur les bords de la Camire & de la Mer d'Allemagne, une pierre calcaire dont on fait un mortier extrêmement dur, sans addition d'autre

matière. On la réduit en poudre après l'avoir fait calciner. Son analyse a démontré qu'elle contient de 0.02 à 0.03 d'argile. Sa poudre est bruniâtre; en la mêlant avec de l'eau, on en fait une pâte un peu ferme comme du plâtre gaché, et on s'en sert pour enduire les murailles de briques dont l'aspect est peu agréable. Cet enduit devient beaucoup plus dur que celui de plâtre et ne s'altère nullement par l'humidité comme ce dernier. On en fait un grand usage à Londres & dans l'Angleterre méridionale.

Il a été inventé par M. Parker, Américain, qui lui a donné le nom de ciment Romain; il s'empâte néanmoins sur celui-ci par sa durée même au bout de huit jours seulement. Le nom de ciment Parker, sous lequel on le désigne autre, lui convient donc mieux pour tous les rapports.

La pierre calcaire qui le produit n'est pas en masses comme l'autre; elle est en fragments ou cailloux. On la calcine par les mêmes procédés mais beaucoup moins, car elle a encore environ les $\frac{2}{3}$ de son acide carbonique après la cuisson. Son mortier ne durcit plus sous l'eau quand elle est entièrement calcinée. Pour employer la chaux qu'elle forme, il faut la pulvériser très-fine avant d'en faire du mortier.

Il a aussi la propriété de durcir sous l'eau presque instantanément. M. Minard, Ingénieur en chef des Ponts & Chaussées, s'en

est servi avec succès pour réparer une écluse; il est resté adhérent à la pierre, quoiqu'on ait rendu l'eau tout au plus un quart d'heure après l'y avoir posé.

On peut s'employer avec avantage pour bâtir, pendant la marée basse, sur les terrains occupés par la mer, puisqu'il faut si peu de temps pour le rendre solide, à moins, toutefois, que la mer qui viendrait le frapper presque aussitôt ne fût trop fortement agitée.

Le ciment est d'une grande utilité dans les constructions que nécessite le chemin qu'on fait maintenant à Souden sur la Tamise, entreprise des plus audacieuses, exécutée par Mr. Brunel, Ingénieur français. Après avoir épuisé l'eau d'infiltration, au moyen d'une pompe, dans les puits ou fosses qu'on est obligé de creuser, on en revêt les parois de maçonnerie qu'on enduit de ciment, et l'eau ne s'infiltré plus. A 15 ou 16 mètres au dessous du fleuve, on a trouvé un banc d'argile plastique très-compacte qui s'oppose aussi à cette infiltration, circonstance fort heureuse, car elle rend les travaux beaucoup plus faciles.

Les Anglais ont des entrepôts de cette poudre dans les îles de Jersey & de Guernesey d'où on en expédie en France; cependant nous avons des pierres de même qualité. Il en existe dans les environs de Boulogne; elles y sont peu abondantes, à la vérité,

mais on en trouverait sans doute ailleurs. Elle coûte à Londres 3 schellings le boisseau de 48 Kms environ.

Les travaux exécutés dans le port de Sherbourg ont coûté énormément, parce qu'il fallait y employer du mortier hydraulique qu'on ne pouvait faire autrefois.

La pierre de Norwich, qu'avec la pouzzolane qu'on tirait du Royaume d'Naples, peut aussi remplacer le ciment Parker aurait pu y suppléer, et peut-être même en aurait-on trouvé autre la matière première dans le voisinage. # Aujourd'hui le mortier fait avec la chaux maigre est également avantageux pour les constructions de cette nature.

Le ciment Parker conserve la couleur brune de la poudre dont il est composé; mais il existe en France une matière analogue dont la poudre est presque blanche. Le professeur nous a montré deux échantillons de ces poudres, et trois petits boules qu'il a faits lui-même avec la dernière. L'une, faite aujourd'hui même, une heure avant la leçon, était déjà très-dure & n'a pu être brisée que difficilement; la seconde qui est faite depuis 5 jours était beaucoup plus dure, et la 3^e, qui a 5 mois, l'était encore davantage.

La pierre calcaire qui donne cette poudre blanche est très-compacte; mais la calcination ne réussit pas toujours. Il y en a un banc assez étendu dans le département de Saône & Loire, près de Mâcon. # Il y en a aussi en Alsace & en Lorraine, et sans doute dans plusieurs autres lieux encore. Ce serait une chose extrêmement importante que de savoir la préparer d'une manière convenable pour les constructions hydrauliques; car si elle était

et un dans celui de la côte d'or près Souilly en Auxois. On y a même formé une fabrique de ce ciment, et on le vend 4.50. le q^{al} métrique. Il y en

Défectueuse, son emploi aurait les mêmes inconvénients qu'avec toute espèce de maçonnerie qui manque de solidité; au bout de quelques jours, l'eau s'y infiltre, la soulève & la détruit. En ^{premier} pour ces constructions, le mortier de chaux maigre; la chaux maigre dont on fait le mortier hydraulique, n'a pas besoin d'être pulvérisée avant son mélange avec l'eau; mais il s'y trouve souvent des morceaux qui ne s'éteignent pas, ne se délitent pas, et qu'on est obligé de séparer; c'est ce que les ouvriers appellent des liges. Cependant si on les pulvérise & qu'on en fasse une pâte avec de l'eau seule, on obtient un ciment semblable à celui de Parker. Ainsi il est permis d'espérer que toutes les pierres calcaires qui fournissent la chaux maigre donneront aussi la poudre du ciment Parker, lorsqu'elles seront calcinées convenablement; car on ne peut attribuer qu'à un accident de calcination la propriété que ces morceaux ^{ou piquons} possèdent de ne pas s'éteindre dans l'eau.

Les proportions de l'argile contenue dans la chaux maigre sont variables; elles sont de 0.06 à 0.25 dans la plupart des pierres; il y en a même quelques-unes qui en contiennent 0.40. Cette chaux absorbe peu d'eau dans son extinction.

~~font des morceaux qui s'éteignent~~
quelques uns de ces

vaut mieux que celui
du ciment Parker, surtout
lorsqu'on la pulvérise
avant qu'elle ait été
trop calcinée.

Il faut ensuite la mêler avec du sable, comme l'autre, pour en faire du mortier.

Un des premiers usages de ce mortier hydraulique a eu lieu au Canal du Centre près Chagny, dans un endroit où l'on perdait 1200 pouces de fontaines en 24 heures. (C) Après les réparations, il ne s'en est plus perdu, si ce n'est par l'évaporation, ainsi qu'on s'a reconnu au moyen d'un vase plein d'eau qu'on a placé près du canal pendant un temps déterminé, et où la diminution a été la même que dans le canal.

Quoique les pierres calcaires naturelles fournissant la chaux maigre soient abondantes, il était avantageux de pouvoir en composer d'artificielles ^{parce qu'il n'y en a pas par tout et que le transport en serait fort coûteux}. On y est parvenu, et c'est attribué à M. Vicat qu'on en doit la procédure. Les travaux de cette fabrication ont ensuite été régularisés par M. St. Léger. En voici quelques détails.

On jette de la craie de Meudon en grosses pierres dans une auge circulaire où elle est écrasée par une roue verticale autour d'un axe, comme celles des moulins à huile; lorsqu'elle est pulvérisée, on y met environ un 5.^e d'argile plastique et on y ajoute de l'eau; la roue fait un

(C) 1200 p.^{ou} de fontaines = 24000 mètres cubes (V. la 1.^{re} formule, 26.^e leçon.)

mélange intime & une bouillie de ces matières; on la fait écouler par une ouverture à la partie inférieure de l'auge, ~~dans un bûche de paille~~ ^{dans un bûche de paille} où elle acquiert une certaine consistance par l'évaporation; on la met alors dans des moules d'une forme quelconque & de la capacité d'environ un décimètre cube, pour en faire des morceaux propres à subir la calcination; un trou par lequel l'air entre dans les moules, facilite la sortie de ces morceaux de pâte qu'on fait ensuite sécher de nouveau complètement; enfin, on les porte au four pour y être calcinés comme la pierre calcaire naturelle. Un établissement de cette #

pièce faite à chaux
maigre existe à Paris
sur le pont d'Yenne,
un autre à Meudon,
et un 3.^e, dit-on, doit
se former à Sautin.

11.^e La chaux hydraulique artificielle de la fabrique voisine du champ de Mars n'est pas estimée par les Architectes. — Elle a été transférée au Bas Meudon.

(Avril 1827.)

C'est avec de la chaux hydraulique artificielle fabriquée par ce procédé, qu'on a construit jusqu'à présent le Canal St. Martin dont les travaux sont très-bien exécutés, malgré quelques défauts, chose presque inévitable dans les grandes entreprises de ce genre. On y remarque en effet la présence de quelques pierres produites sans doute par l'inégalité du terrain. Le sable qu'on y mêle doit être quartzux siliceux, ^{matière dure} et le mortier qui en résulte s'emploie de suite; il ne faut pas le laisser durcir à l'air.

Au surplus, ceux qui désirent avoir des notions plus étendues sur ces matières peuvent consulter l'ouvrage intéressant que

M. Vicat a publié à cet égard en 1811

Cet Ingénieur a aussi mesuré la
 Dureté de différents mortiers ou ciments
 anciens & modernes; les résultats de
 ses évaluations sont indiqués dans la
 2^e formule ci-dessus. (V. pag. 109.) Il a
 démontré que la dureté des nôtres est
 supérieure à celle des anciens, puisqu'il
 celui d'un an qu'il a fait lui-même
 est déjà au delà d'un tiers plus dur
 que celui du temple de Diane à Nîmes
 qui compte pourtant 20 siècles d'existence.
 Il est probable que le ciment sarde
 serait aussi beaucoup plus dur que le
 mortier de Nîmes.

Dans la séance prochaine, on
 traitera de l'acide carbonique, des
 eaux minérales factices & de la
 fabrication de la Céruse.

N^o pour les prix de la chaux, N. 1. 48 du cours de 1828.

Chimie

Mardi 20 Avril 1828.

62 111.

appliquée aux arts.

De l'acide carbonique. Des eaux minérales factices. - De la légèreté.

37^e Leçon.

formules écrites sur le tableau.

1^o Production d'acide carbonique.

Par le Charbon.

100 K ^u charbon	26. 50
façon et appareils	2. 50
Prix de 261 K ^u d'acide	29. "
de 100 K ^u	11. 11.

Par le carbonate de chaux calciné.

Craie 100 K	2. 50
Charbon de terre pour chauffer.	3. "
façon et appareils	3. "
Prix de 50 K ^u d'acide	8. 50
de 100 K ^u	= 17. 50

Par la décomposition de ce carbonate au moyen d'un acide.

Craie 100 K	2. 50
Acide muriatique, 200 K	50. "
façon &c.	2. 50
Prix de 50 K ^u d'acide	55. "
de 100 K ^u	= 110. "

2^o Eau minérale acidulée.

Acide carbonique contenu dans un litre:

Seltz	0. 500.	+ 0. 500 de carbonate de soude.
Spa	0. 375.	+ 0. 100 idem.
Syrmont	0. 750.	0. 000

3^o Fabrication d'eaux acidulées surchargées.

Quantité par jour, 250 litres = 400 bouteilles = 200.
 Acide carb. nécessaire, 250 x 4 = 1000 + 500 gr. de chaux
 = 1500 lit. = 2330 grammes. (1500 x 1.55 = 2325)
 Marbre 6 K 650.
 Acide muriatique équivalent 15 K à 28. 50 = 4. 50.
 Prix de l'acide de 400 bouteilles = 8. 25.
 de 100. = 1. 31.

4^o Importation de céruse.

En 1822. = 1271,324. ^{H.^{re}} Droits payés = 430000
 1823. = 1,221,488. ^{id} = 415000

5^o fabrication hollandaise.

	à Londres.	à Paris.
Plomb 1000 ^{H.^{re}} -----	580. ^f	700. ^f
façon & ^a -----	178. ^u	178. ^u
Prix de 1250 ^{H. de Céruse.} (a) -----	728. ^u	878. ^u
de 1000. ^{H.} -----	580. ^u	700. ^u

6^o fabrication de la céruse par précipitation de l'acétate de plomb.

litharge, 1080 ^{H.} à 80. ^f le q. ^{al} m^{te}g. = 864.
 sorte = 5 q. ^o10 = ----- 432.

P. pour la céruse les
 3 q. per formule de la
 40^e leçon du cours
 de 1827.

Prix des matières = 904.
 façon & autres frais à ajouter. ^{H.^{re}}

L'acide carbonique a plusieurs propriétés générales qu'on étudie dans le cours de chimie générale et dont par conséquent on ne parlera pas ici; il suffit d'examiner celles qui le rendent utile aux arts, les autres étant purement scientifiques.

L'usage de cet acide dans les arts se borne à la fabrication des eaux minérales acidules et de la céruse.

On l'obtient par trois procédés différents

(a) 100 ^{H.} de plomb donnent près de 130 ^{H.} de céruse qu'on réduit ici à 128 à cause des déchets.

indiquer dans la 1.^{re} formule ci-dessus où les
prix de chaque mode de production sont
également indiqués. ~~IV. III.~~

Le premier de ces procédés a été en usage
autrefois dans la fabrication du sucre de
betteraves, pour saturer la chaux qu'on
employait à la défecation du sirop; le gaz
acide qui se dégageait du foyer traversait
les chaudières contenant le sirop ou jus
de betteraves mêlé d'eau de chaux; il se
combinait avec cet alcali et il en résultait
un carbonate insoluble, sa confection exige
^{beaucoup de soins}
Il y a aussi un procédé de fabrication
de cérure où l'on emploie un courant d'acide
carbonique dans une dissolution d'acétate
de plomb sur saturé de base; cet acide ayant
plus d'affinité que l'acide acétique pour
l'excès de base, il s'en empare & forme un
carbonate de plomb qui se précipite. La
cérure ainsi fabriquée est très pure; cependant
elle n'a pas toutes les qualités voulues
dans le commerce. On en parlera ci-après.

Pour la production de l'acide carbonique
par le 2.^e procédé, il faut un carbonate de
chaux bien pur, qui ne contienne pas de
matières féculentes, animales, sulfurées & autres.
Le meilleur est le marbre blanc ou la craie
soigneusement lavée. On le calcine en vases clos.

On a employé ce procédé lorsque l'acide
muriatique dont on se sert aujourd'hui plus
communément, coûtait 3 f. le kilogramme;

mais maintenant qu'il ne coûte plus que 28^e, on le trouve préférable.

La décomposition du carbonate de chaux par la calcination ne s'opère parfaitement qu'à l'aide de la vapeur d'eau; c'est un phénomène semblable à celui qu'on produit dans les cours de chimie générale sur le carbonate de baryte; on ne parvient à décomposer qu'en faisant passer un courant de vapeur d'eau dans le tube ^{ou dans le} ~~ou dans le~~ vase contenant ce carbonate, ^{qui est} ~~et~~ exposé à la chaleur rouge dans un fourneau à réverbère.

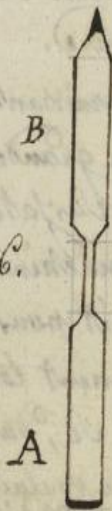
L'acide carbonique provenant de la décomposition du carbonate par la chaleur coûte moitié plus que celui du premier mode; mais il est beaucoup plus pur et surtout il ne contient pas d'azote comme l'autre. Au surplus le prix peut être ^{augmenté} ~~augmenté~~ par la prompte détérioration des ustensiles.

Celui qu'on obtient par le 3^e procédé est le plus cher, et pourtant le plus usité, parce que la fabrication en est bien plus facile & que, d'ailleurs, il en faut peu, principalement dans la confection des eaux minérales artificielles. ^{On est donc dispensé d'avoir des appareils embarrassants & coûteux.} Celles qu'on trouve dans la nature sont très-peu chargées d'acide carbonique, on le voit par la 2^e formule ci-dessus. Il n'en est pas de même des eaux factices il faut les surcharger, et leur en donner

au moins 8 fois autant, par conséquent
quatre fois le volume de l'eau, ce qui ne
peut s'exécuter qu'au moyen d'une pression
de 4 atmosphères, puisque l'eau ne dissout,
à la pression ordinaire, qu'un volume
d'acide égal au sien.

Il importait donc de savoir si la
pression requise s'opposerait au dégagement
de l'acide carbonique ou, pour mieux dire,
à la décomposition du marbre; c'est un
problème que le Professeur a résolu par
l'expérience suivante.

Il a introduit de l'acide muriatique
dans la partie A d'un tube ^{de verre} ~~figure connue~~ ^{fig. 26.}, et il a mis dans la partie B
des morceaux de marbre assez gros pour
être retenus par l'étranglement au milieu
du tube, puis il en a scellé l'extrémité
supérieure à la lampe d'émailleur; il
a ensuite renversé le tube; l'acide se
répandant ~~sur~~ sur le marbre, en a
opéré la décomposition qui, néanmoins,
s'est arrêtée au bout de quelque
temps; alors il a fait dégager l'acide
qui s'était formé et qui était comprimé
dans le tube, sous une cloche pleine
d'eau disposée sur la cuve hydro pneu-
matique, & le gaz a occupé dans la
cloche un espace de plus de 4 litres;
celui qu'il occupait dans le tube n'était

fig. n^o 26.

de verre, il faut
qu'elles soient
d'un diamètre plus
petit & d'un verre
plus épais que les
bouteilles ordinaires
de Sévres, parce qu'il
convient qu'elles ne
soient pas tout-à-fait
sur la limite de la
pression qu'elles doivent
subir.

par de 4 centilitres; il y avait donc subi
une pression d'environ 120 atmosphères
ce qui est 30 fois plus qu'il n'en faut
pour saturer l'eau acidulée,
parce que les vases de verre ou de grès
dans lesquels on la renferme, ne peuvent
guères supporter qu'une pression de 4 à
atmosphères. Si on y emploie des bouteilles

Il résulte de cette expérience que la
compression s'oppose en effet à la décomposition
du marbre, mais à un terme bien supérieur
à celui qu'on veut produire.

L'action chimique fournissant ainsi une
force motrice beaucoup plus grande que celle
qui est nécessaire pour saturer l'eau
acidulée, les appareils, machines ou
pompes dont on se servait pour comprimer
l'acide dans l'eau, deviennent tout-à-fait
inutiles. C'est comme si, dans les
machines à vapeur, on ne voulait produire
la vapeur qu'à la pression ^{ordinaire} ~~atmosphérique~~
pour l'introduire dans un gazomètre ou
un appareil comprimant la porterait
un nombre quelconque d'atmosphères; cette
disposition serait superflue, puisqu'on
peut produire la vapeur dans la
chaudière même à une haute pression.
Il en est de même de l'acide carbonique

à employer dans la fabrication des eaux acidules, puisqu'avec les mêmes matières et dans les mêmes proportions, on l'obtient sous une pression 30 fois plus forte que celle qu'on désire; mais on peut limiter cette pression & la réduire au point convenable. M^r Lémont a imaginé un appareil à cet effet; il n'en donne pas la description parce qu'elle serait trop longue. C'est, d'ailleurs, un problème facile à résoudre; il nous engage à le méditer.

L'expérience de compression de l'acide carbonique dont on vient de parler doit être faite avec quelques précautions, pour éviter les accidents qui pourraient résulter d'une pression de ~~pression~~ 120 atmosphères; le tube doit être très-épais et enveloppé d'un linge qui en contiendrait les éclats si il se rompt par une explosion.

Pour que les eaux acidules factices imitent complètement les eaux naturelles on peut y faire dissoudre un peu de Carbonate de soude. Il convient aussi de laver l'acide carbonique avant de l'introduire dans les vases qui doivent contenir l'eau acidule, parce qu'il pourrait s'y trouver un peu d'acide.

muratique entraîne mécaniquement; le dernier acide se dissoudrait donc dans l'eau de lavage, et l'autre gravier resterait pur dans les vases.

Malgré le haut prix de production de l'acide carbonique par le 3.^e procédé et quoiqu'on en fasse, à cause des déchets inévitables, moitié plus qu'il n'en faut pour saturer les eaux, il ne coûte pourtant qu'un peu plus d'un centime par bouteille d'eau minérale qu'on vend 50 c. La 3.^e formule ci-dessus donne le détail de ces frais de fabrication. ~~§ 4. f. III.~~

Ce serait donc une excellente spéculation si la consommation en était moins restreinte; sous ce rapport, c'est un objet d'un faible intérêt. Il s'en consomme beaucoup plus en Angleterre. A Londres tous les marchands ^{en vendent ainsi que} de vin, les piceries & autres, ~~se servent~~ ils la fabriquent eux-mêmes avec de l'acide tartareux & du bi-carbonate de soude mêlés dans les proportions convenables; ils ont une presse pour comprimer dans l'eau l'acide carbonique qui se dégage. Cette boisson dont tout le monde fait usage, se nomme Soda-Water.

La fabrication de la cêruse est plus intéressante pour les manufacturiers français, parce que la consommation augmente journellement. On peint maintenant beaucoup de maisons à l'huile; c'est un grand moyen de conservation des boiseries, ferrements &c. Quelle que soit la couleur qu'on emploie, il faut toujours de la cêruse quand on peint à l'huile.

La preuve de l'accroissement de la consommation de la cêruse est dans le montant des importations qui, depuis 8 ans, sont toujours à peu de chose près les mêmes, malgré les droits dont elles sont grevées et quoique de nouvelles fabriques se soient établies sur divers points de la France.

Les importations annuelles sont de plus de 1200000 Kilogrammes, et les droits sont d'environ 34 1/2 p. 100. (V. la l. f. l. 1127). C'est un encouragement immense pour les fabriques françaises; cependant il paraît qu'elles ne prospèrent pas, puisqu'elles ne suffisent pas à la consommation. La cause en est ignorée; elle est digne de l'attention des hommes réfléchis, car il n'est pas douteux que la consommation n'augmente encore;

La importation de l'année dernière ont encore été d'environ 150000 K. On ne conceit pas comment les fabriques françaises ne peuvent pas suffire à la consommation intérieure, et lutter contre les fabriques étrangères qui trouvent encore de l'avantage à nous apporter leur cire, malgré les droits d'importation dont elles sont grevées et dont les nôtres seraient affranchies.

(Livre de mai 1828.)

L'usage de peindre à l'huile n'est guère connu que dans les villes; il se répand certainement dans les villages, vu les avantages qui en résultent. On peut donc en conclure que c'est une branche d'industrie très-lucrative, pourvu qu'on la dégage des entraves qui ont mis jusqu'à présent à sa prospérité.

Il y a deux procédés ^{principaux} de fabrication de cire; ils sont indiqués dans les 5^e & 6^e formules ci-dessous.

Le procédé hollandais consiste à faire fondre le plomb dans une grande chaudière, où on le tient à la température de la fusion avec peu de combustible, on y ajoute du plomb fondu, on en prend une cuillerée qu'on verse dans une lingotière inclinée de 4 à 8 décimètres de longueur 4 à 5 de largeur, de manière à donner à la feuille environ 2 millimètres d'épaisseur. Ces feuilles ou bandelettes pèsent environ 2 kilogrammes, et leur surface est couverte d'aspérités. Des femmes les roulent en spirales, en laissant un espace de 3 à 4 centimètres entre leurs circonvolutions puis on les place dans des pots de grès ayant la forme d'un cône renversé au fond

fons desquels on met un demi-litre de
 bon vinaigre qui ne doit pas toucher la
 feuille de plomb. On recouvre chaque pot
 avec un disque très-mince de même métal
 & on les place tous sur une couche de fumier;
 on les couvre ensuite de planches sur
 lesquelles on fait un autre lit de fumier,
 puis on y met d'autres pots, & ainsi
 de suite jusqu'à ce que la chambre soit
 pleine. Il faut y conserver de l'humidité
 sinon, la matière se dessècherait et
 l'opération ^{en souffrirait} ~~serait manquée~~; ainsi, un
 courant d'air serait nuisible. La
 température que la présence du fumier
 étire considérablement, favorise la décompo-
 sition du vinaigre dont la vapeur attaque
 le plomb ^{l'oxide} et en fait un jour ~~un~~ acétate;
 l'acide carbonique qui se produit en
 même temps, se combine avec la plus forte
 partie du plomb oxidé & forme un
 carbonate. Au bout de six ou sept
 semaines, on découvre les pots & on
 enlève les disques & les feuilles qui
 sont presque entièrement converties en
 une matière blanche, mélange d'acétate et
 de carbonate ou cérure. Quelquefois
 cependant, il reste encore une partie
 assez grande de plomb à l'état

métallique. Après l'en avoir séparé on broie le résidu, on le lave, l'acétate se dissout et le carbonate se précipite. Ce carbonate est la céruse propre.

Il ne dépend pas toujours du manipulateur de convertir la totalité du plomb en céruse; on croit que le non succès tient à des circonstances électriques; mais la limite des irrégularités ne va pas au delà de 10 gr 50. Il arrive même quelquefois que le plomb d'un pot reste intact, tandis que celui d'un pot voisin est entièrement converti en céruse; on l'attribue aussi à la différence de leur état électrique; mais là n'est qu'une hypothèse.

Pour compléter l'opération & rendre la céruse propre à être livrée au commerce il faut d'autres manipulations. Les feuilles de plomb qu'on retire d'un pot n'étant jamais entièrement carbonatées on les soumet d'abord à une pression entre deux cylindres, pour les réduire en poudre autant que possible; cette poudre tombe dans de l'eau où on a fait une grâte qui est mise ensuite dans des baquets où on la délaye de nouveau; c'est là que l'acétate se dissout; on filtre la liqueur où on la décante, et on tamise le résidu qui est le carbonate, ~~on le lave avec de l'eau~~ on le lave avec de l'eau pour le débarrasser en séparant les fragments de plomb qui s'y trouvent.

ensuite on en fait une nouvelle grâte dont on emplit des petits pots en terre de forme conique. L'humidité de la cêruse est absorbée par la terre des pots, et enfin la matière reste en masse compacte & sèche qui sort entière des pots sans effort.

C'est donc sous la forme de petits pains coniques qu'on trouve la cêruse dans le commerce, quoiqu'une ordonnance de police prescrive de la livrer en poudre. Les motifs de cette ordonnance n'ont pas été publiés; ^{mais on sait qu'ils ont été} ~~en vain~~ fondés sur un prétendu danger de ce mode de fabrication. C'est une grande erreur, car le danger existerait au contraire dans la manipulation de la cêruse en poudre qui s'introduirait facilement dans les poumons où elle pourrait, en effet, exercer de grands ravages sur l'économie animale; rien de semblable n'est à craindre avec la grâte que les ouvriers ne touchent même pas; c'est avec des spatules qu'on la met dans les pots de terre. On ne peut donc pas concevoir le véritable but d'une semblable mesure; à la vérité, elle est tout-à-fait

* Il y a des marchands qui mélangent du sulfate de plomb ou de barite à la cire pour la rendre plus blanche. C'est une fraude qu'il est néanmoins facile de reconnaître, au moyen des réactifs convenables.

en désuétude & n'est exécutée nulle part.

* Le 2.^e procédé de fabrication de la cire, celui qui est indiqué dans la 6.^e formule, ~~4. 119~~ n'est adopté que depuis une 20.^{ne} d'années c'est celui qu'on suit à la fabrique de Clichy. On commence par faire dissoudre de la litharge dans de l'acide qui fait un sous-acétate, puis on introduit dans cette dissolution un courant d'acide carbonique qui les transforme en acétate neutre en s'emparant de l'excès de la base dont il fait un carbonate insoluble. On ajoute d'autre litharge à l'acétate pour lui donner un nouvel excès de base, et on y fait passer un nouveau courant d'acide carbonique pour le décomposer comme le précédent. La cire qu'on obtient par ce procédé est très-blanche & très-pure, cependant elle est moins estimée que l'autre dans le commerce. On dit qu'elle ne produit pas les mêmes

effets. Surtout y a-t-il des préjugés
 dans ces reproches; quoiqu'il en soit,
 il est toujours de l'intérêt du producteur
 de faire au gré des consommateurs.
 Le procédé Hollandais est, d'ailleurs,
 bien moins dispendieux que celui de
 Clichy, car même en portant le frais
 de fabrication à 17 s. comme en Angleterre,
 la cire ne revient, toute faite, qu'à
 700 s. les 1000. k, tandis que dans l'autre
 procédé, la litarge seule coûte plus de
 900 s. (4. les s. & 6. formula) ~~112.~~ La
 perte de 0.0 s. en litarge provient de
 ce qu'il y en a toujours une partie
 de vitifiée qui ne se dissout pas
 dans le vinaigre. Ce procédé ne peut
 donc pas soutenir la concurrence avec
 l'autre; ce qui le prouve, c'est qu'il
 a besoin de la protection du Gouvernement.
 pour faire augmenter, par de gros droits
 d'importation, la valeur des cires étrangères.
 Ainsi, tout porte à croire que le
 1.^{er} procédé est préférable. Il offre un
 très-grand bénéfice, puisque les 1000 k
 se vendent 1200 s. Leur prix de
 fabrique est ici au maximum,
 car, on le répète, le vinaigre et la

main d'œuvre étant à meilleur
marché en France qu'en Angleterre
il n'est pas possible que les frais
de manipulation reviennent à plus
de 178. Les renseignements d'après
lesquels le professeur a établi ce
compte de fabrication lui ont paru
très-véridiques. Puisqu'en vend
donc 1200. ce qui n'en coûte que 1000
cela fait un bénéfice de plus de
70 p. 100. D'après ces considérations
et vu surtout la probabilité de
l'accroissement de la consommation
une fabrique de cire doit être
un établissement fort avantageux.
Sallut-il même diminuer quelque
chose du bénéfice pour les car imprimer
l'examen de la fabrication de
l'acide sulfurique sera l'objet de la
prochaine leçon.

À l'occasion de celle d'aujourd'hui
on avait remis au professeur un exemplaire
d'un rapport fait par M. Thapal fils à la
Commission royale d'éclairage par le gaz hydrogène
sur les résultats de cette entreprise. Il
le lira, et si il y trouve matière à quelques
observations utiles, il nous les communiquera.
(v. 128.)

Chimie

appliquée aux arts.

38^e Leçon.

Vendredi 21 Avril 1828. 70 127.
Observations sur l'éclairage au gaz et sur le ciment
Parker. — De l'acide Sulfurique.

formules écrites sur le tableau.

1^o Données théoriques pour la fabrication
de l'acide sulfurique.

Acide sulfurique. 100. K. = { 40.14. Soufre.
59.86. oxygène.

Acide concentré à 184°. 100. = { 24.08. Eau.
75.92. acide sec.

Soufre. 100. K. = { 328^K acide à 184° ou 66^D de Baumé
400 ug à 162° 55^D
650 ug à 138° ou 40^D

Acide sulfureux de 100. K. = 100 + 99.42. = 199.42.

$\frac{199.42}{2.9752} = 72464$ litres d'oxygène pour l'acide sec.

Air atmosphérique contenant cet oxygène = 345066 litres.

Oxygène de la surcombustion $\frac{72464}{2} = 36232$.

Air atmosphérique de ce dernier oxygène. 172533.

Air atmosphérique total 517599.

Gaz nitreux de 10 K salpêtre = 2210 litres.

Oxygène pour la conversion en acide nitreux = 552.5.

Nombre d'opérations nécessaires pour la
conversion de l'acide sulfureux = $\frac{36232}{552.5} = 65.57$.

2^o Commerce actuel de l'acide sulfurique.
= 6^{as} millions de francs.

3^o Compte de fabrication
Soufre brûlé par jour, 800. K. à 24^t = 192^t Kparan = 87600
Salpêtre. 80 à 170 = 136 uq = 40800

Charbon pour la vapeur, 200. à 10. Kparan = 2000
main d'œuvre, Ouvriers à 2.50 = 15^t uq = 4500.
Concentration 2.5^t 100. K d'acide = 40. uq = 12000.
Moens frais 7000.
Réparations Des chambres 5000.
Intérêts à 6 p 100 De 25000 = 15000.
uq d'un fonds circulant De 50000 = 3000.
Contremaitre 2500.

Produit = 600000 K d'acide à 32.5 le % = 192000

(a) la 1^{re} f^{te} de la 38^e leçon du cours de 1827. 141600

Notre projet nous a trouvé dans le rapport à la C^{ie} d'éclairage qu'on lui remit hier (4.1.1827) la confirmation de ce qu'il nous a dit à cet égard dans une des 1^{res} leçons sur le prix du gaz et sur les désavantages probables de l'entreprise. (4.1.1827) Effectivement, on voit dans le rapport que la Compagnie a perdu 148000^f en deux ans & demi; mais elle promet de grands bénéfices pour l'avenir, d'abord parce qu'on se propose de porter à 6^c le prix du bec de gaz par heure et parce qu'on espère que le prix du coke augmentera aussi. Ces espérances sont fondées, car l'éclairage par le gaz vaut au moins 6^c par heure; et quant au coke, c'est un combustible dont la consommation offre tant d'avantage.

(a) f^{te} de la 38^e leçon du cours de 1827.

(a) Pourquoi ne porte-t-on pas aux produits la valeur du sulfate de potasse qui se vend aux salpêtriers, et aux fabricants d'alun? Il faut pourtant en former ~~quelque~~ plus de 20000 K^{mes}, puisqu'on a consommé 24000 K^{mes} de nitre = 80 X 300; car avec la même quantité de potasse on a 12.68^t de nitrate et 10.90 de sulfate. Or,

12.68 : 10.90 :: 24000 : 20680.
Et à 54^t le quintal métrique, prise indiquée dans la 4^e formule de la 39^e leçon, cela augmenterait le bénéfice de 10800^f = 200 X 54.

2^e Commerce actuel de l'acide sulfurique.
= 6 à 7 millions de francs.

3^e Compte de fabrication

Soufre brûlé par jour, 800. H° à 24. F° = 192. F° par an = 37600
Salpêtre. 80 à 170 = 136 ug = 40800

Charbon pour la vapeur, 200. à 10. F° par an = 2000
main d'œuvre, Ouvriers à 2.50 = 19. F° ug = 4500.
Concentration à 2. F° 100. H° d'acide = 40. ug = 12000.
Ménage frais H° 7000.
Réparations des chambres H° 5000.
Intérêts à 6 p° 10 de 25000. F° = 15000.
 ug d'un fonds circulant de 50000 = 3000.
Contremaitre. 2500.

Produit = 600000 H° d'acide à 32. F° le p° = 192000

(a) la 1^{re} F° de la 38^e leçon du cours de 1827. Pénurie

Notre professeur a trouvé dans le rapport à la C^{ie} d'éclairage
qu'il n'y a pas de gain dans la
production de l'acide sulfurique
et qu'on ne peut pas en faire un
usage avantageux.

qu'on est étonné que l'usage en soit encore
autre peu répandu. D'ailleurs, il y a des
perfectionnements possibles dans l'extraction du
gaz de la houille; on en a déjà obtenu & on en
obtiendra sûrement encore. Il en est ainsi dans
tous les arts; si on remarque des imperfections
dans les descriptions ^{qu'on en a publiées} ~~qui en ont fait~~, c'est
parce que l'examen en est toujours fait dans
l'état actuel des choses.

On a autre communiqué à M. Hébert
quelques fragments de mortier antique grès
aux Thermes de l'Emp. Julien, Rue de la Harpe;
il les comparera aux mortiers modernes & nous
en fera connaître les résultats.

Enfin on lui a demandé si il ne serait
pas possible de composer artificiellement la
pierre calcaire qui fournit la matière du
ciment Parker, comme on compose celle qui
donne la chaux hydraulique, puis que l'analyse
de la première a démontré, dit-on, qu'elle
renferme un mélange d'oxyde de fer et de
manganèse. Il a répondu que c'est sans
doute par erreur qu'on a dit que cette pierre
contenait ces oxydes; on n'y trouve au contraire,
jusqu'à présent du moins, que de l'argile
en proportions très-variables; ^{quelques fois} ~~quelques fois~~ ^{elle en} ~~elle en~~
n'en ont que 0.02, d'autres en ont 0.40; mais
c'est le degré de calcination convenable qu'il
importe de connaître & qui est encore ignoré;
il paraît que c'est à cette seule cause que le
plâtre-ciment Parker doit ses propriétés.

Un chauffournier s'occupe en ce moment d'expériences sur la cuisson de la pierre de cette nature qu'on a trouvée dans le département de Saône & Loire; il faut en attendre les résultats. Cependant chacun peut se livrer à de semblables essais sans beaucoup de frais, car on peut opérer parfaitement cette calcination dans un petit fourneau de cuisine. *(V. ci-dessus p. 106 & ci-après p. 222.)*
(V. la 36^e leçon & à la fin du vol. une lettre de M. Lémery du 21 avril 1823.)

L'acide sulfurique, dont l'examen doit être l'objet de la leçon d'aujourd'hui, est le plus important des acides, vu la consommation qu'on en fait dans un grand nombre d'arts. Il sert à préparer presque tous les autres, et à la formation de la plupart des produits chimiques. Néanmoins il n'est pas d'un très-grand intérêt sous les rapports pécuniaires, puisqu'il ne s'en vend annuellement que pour 6 à 7 millions de francs. En général, il en est ainsi de tous les produits chimiques, parce que la consommation en est toujours restreinte. Il y a quelques années, on a appliqué de grands capitaux à leur fabrication; tout le monde s'en mêlait; et il en est résulté que les produits excédaient de beaucoup les besoins & que les entrepreneurs ont fait de mauvaises affaires. C'est une faute assez commune

et que notre professeur a faite lui-même
en établissant une fabrique d'alun & de
Copperose; autre a-t-il été forcé de
l'abandonner. Au reste ces réflexions
peuvent s'appliquer à toute espèce
d'entreprise; ~~il faut toujours que~~ la production
soit en rapport avec la consommation.

Il est facile de savoir combien on fabrique
d'acide sulfurique, lorsqu'on connaît la
consommation du soufre; or, comme on
ne fait pas de soufre en France, parce que
celui qui vient de l'étranger est à très-
bon marché & qu'il n'est chargé que de
faibles droits qui rendent sans objet son
introduction en contrebande, les états de
la Douane sont connaître assez exactement
les importations annuelles qui sont
de ~~22 à 23~~ millions de K^{il}. Si on en
retranche un million pour les autres
usages, tels que la fabrication des
allumettes &c., le reste sera employé à
la formation de l'acide sulfurique et
en fournira environ 22 millions de
K^{il} qui, ~~à 22~~ le quintal métrique
donneront ~~22~~ 6 à 7 millions de grammes /
~~production 6,400,000.~~ (V. la 2^e formule ci-
dessus) ~~22~~

On produit l'acide sulfurique par
la combustion du soufre; mais il est

indispensable d'y ajouter du nitrate de potasse (nitre ou salpêtre), sans quoi, on n'aurait que du gaz acide sulfureux. C'est la vapeur nitreuse dégagée du nitre qui favorise la conversion de l'acide sulfureux en acide sulfurique. ~~Comme~~ Quelque fabricant ont cru que le nitre qui contient beaucoup d'oxygène, le cédait à l'acide sulfureux & le transformait ainsi en acide sulfurique; ils en ont conclu qu'il suffirait d'ajouter de l'oxygène au soufre pour opérer cette transformation, mais l'essai qu'on en a fait n'a pas réussi. L'acide sulfurique ne se forme que par la réaction de l'acide nitreux sur l'acide sulfureux, avec le concours de l'oxygène ^{ou de l'eau} et de l'eau. Quant à la quantité d'oxygène contenue dans le nitre, si on ~~prend~~ ^{emploie} un 10^e de ce sel, elle n'est que le 6^e de ce qu'il faut pour convertir tout l'acide sulfureux en acide sulfurique; c'est pourquoi il faut 6^e opérations pour obtenir ce résultat. C'est-à-dire, qu'il faut que l'acide nitreux réagisse 6^e fois sur l'acide sulfureux, comme cela sera expliqué

D'attribuer la transformation de l'acide sulfureux en acide sulfurique à la seule présence de l'oxygène du nitre; c'est du gaz nitreux qu'il faut pour servir d'intermédiaire entre l'oxygène de l'air & l'acide sulfureux.
(aa)

ci-après. D'ailleurs, l'oxygène du nitre ne sert qu'à la formation de l'acide sulfurique nécessaire pour la conversion de ce nitre en sulfate de potasse. C'était donc une fautive idée que

la combustion du nitre le décompose; il s'en dégage du deutroxyde d'azote ou gaz nitreux qui, dès qu'il se trouve en contact avec l'air de la chambre, s'empare d'une partie de son oxygène & se transforme en acide nitreux; c'est dans ce dernier état qu'il agit sur l'acide sulfureux provenant de la combustion simultanée du soufre et auquel il cède l'oxygène qu'il avait enlevé à l'air; il redevient donc gaz nitreux, se trouve de nouveau en contact avec l'air dont l'oxygène le transforme de nouveau en acide nitreux qui vient encore céder cet oxygène à une autre partie d'acide sulfureux; puis les mêmes actions recommencent jusqu'à ce que la totalité de l'acide sulfureux soit convertie en acide sulfurique. Ainsi, le gaz nitreux n'est qu'un instrument dans cette opération; c'est par son action répétée sur l'oxygène de l'air & sur l'acide sulfureux que l'acide sulfurique se produit. Le gaz nitreux, qui est incolore, ne peut pas se trouver en présence de l'air ou de l'oxygène sans se transformer

(aa) Mais que le gaz nitreux ou deutroxyde d'azote est seul nécessaire, et si c'était possible de s'en procurer à meilleur marché que par la décomposition du nitre, on pourrait le préparer séparément et l'introduire dans la chambre pendant la combustion du soufre.

immédiatement en acide nitreux rouge, couleur qui est le caractère particulier de cet acide; c'est ce qu'on remarque même lorsqu'on brûle un mélange de nitre & de soufre à l'air libre; on aperçoit dans les flammes des vapeurs rouges qui ne sont autre chose que la conversion du gaz nitreux en acide nitreux au contact de l'air.

Dans les cours de chimie générale, on démontre ordinairement cette théorie de la formation de l'acide sulfurique par l'expérience suivante.

On introduit dans un ballon de verre 6 volumes de gaz acide sulfurique, 3 d'oxygène & un de gaz nitreux (ou protoxyde d'azote) tous trois incolores; mais à l'instant où on y met le dernier, des vapeurs rouges se forment, par suite de son contact avec l'oxygène qui le convertit en acide nitreux; alors on verse quelques gouttes d'eau dans le ballon pour en humecter les parois; l'acide nitreux se combine, à l'aide de cette petite quantité d'eau, avec une partie de l'acide sulfurique; il en résulte des flocons blancs qui viennent se déposer sur les parois du ballon en aiguilles cristallines, et les vapeurs

rouge disparaissent; on ajoute une autre petite quantité d'eau pour dissoudre ces cristaux, et l'acide nitreux qui se était uni à l'acide sulfureux se décompose; il redevient deutroxyde d'azote qui se dégage avec effervescence; mais il trouve encore de l'oxygène qui le transforme sur le champ en acide nitreux rouge, lequel au moyen de quelques gouttes d'eau qu'on y verse encore, va aussi se combiner avec une nouvelle partie d'acide sulfureux, et ainsi de suite, jusqu'à ce que ce dernier acide et l'oxygène soient entièrement absorbés, de sorte qu'il ne reste plus dans le ballon que le volume de deutroxyde d'azote incolore, plus une certaine quantité d'acide sulfurique visqueux.

On voit, par ces résultats, qu'outre l'oxygène et le gaz nitreux, la présence de l'eau est également indispensable pour la transformation de l'acide sulfureux en acide sulfurique. Il faut aussi entretenir une température de 50.^e au moins dans les lieux où elle s'opère; c'est pourquoi, en hiver, on travaillerait avec profit si on n'augmentait par la chaleur par quelque moyen mécanique, parce que cette opération se faisant dans de vastes chambres de plomb dont les parois transmettent facilement la chaleur au dehors, la température y diminue promptement. Quand elle n'est qu'à 3 à 4.^e au dessus de zéro, il n'y a plus de formation d'acide sulfurique. Il est donc avantageux, surtout dans les pays froids, de construire des murs en maçonnerie autour de la chambre de plomb, afin d'y conserver plus longtemps la chaleur.

Il y a deux manières d'introduire l'eau dans la chambre; l'une consiste à en couvrir le sol jusqu'à une hauteur déterminée; l'autre à y injecter de la vapeur d'eau produite sous une pression de plus d'une atmosphère, et qui y entre par conséquent avec une certaine violence sous la forme d'un éventail. Ce

dernier mode a deux grands avantages; le premier, d'entretenir
 la température nécessaire, le second de produire dans le
 mélange gazeux une agitation considérable qui facilite beaucoup
 le contact des gaz et par suite la formation de l'acide sulfurique
 car l'action chimique n'a pas lieu sans le contact. Or,
 le gaz nitreux est d'un côté, l'oxygène d'un autre et l'acide
 sulfureux au milieu, ils peuvent rester ainsi éternellement
 sans jamais se combiner. L'action chimique n'a pas
 durée; c'est le contact seul qui la détermine. Si on
 établissait en outre un courant continu dans la chambre
 l'opération serait peut-être accélérée de moitié, car
 languit toujours vers la fin, vu la difficulté qu'éprouvent
 les gaz à se rencontrer. Ce courant augmenterait l'agitation
 du mélange.

La chaudière à vapeur est construite ordinairement
 près de la chambre dont le sol doit être légèrement incliné
 pour faciliter l'écoulement de l'acide sulfurique distillé.
 Celui qui sort de la chambre est toujours faible, vu la grande
 quantité d'eau qu'on y introduit; sa densité ne va que
 au delà de 1384 , marquant 40° à l'aréomètre de Baumé.
 On le concentre ensuite en le faisant bouillir, d'abord dans
 des chaudières de plomb qui en portent la densité à 161
 environ (55° de l'aréomètre), puis dans des chaudières
 de platine où il parvient à $66^\circ = 184^\circ$ de densité. Il faut
 avoir ce dernier degré de concentration pour plusieurs
 usages aux quels on s'emploie; mais pour quelques autres
 et principalement pour la fabrication de la soude
 celui de 50 à 55° est suffisamment concentré. Cette
 concentration s'opérait autrefois dans des cornues de
 verre qui se brisaient souvent, mais seulement à la
 ligne de surface de l'acide qui pouvait par conséquent

n'être pas perdu. Il n'y avait donc que la dépense des cornues à renouveler. C'eût été peu de chose, comparé au prix des chaudières de platine, si le dommage eût été borné là, car les cornues ne valaient guères que 6 ^{fr} l'une, tandis que les vases de platine coûtent de 20 à 20000 ^{fr}. Mais ceux-ci durent très-longtemps, et en outre consomment 16 fois moins de combustible.

M. Lémont a imaginé un perfectionnement au procédé de production de la vapeur, en établissant sous le sol même de la chambre, une chaudière de plomb pour la concentration de l'acide; la vapeur qui s'en dégage dans la chambre supplée à celle que fournirait la chaudière extérieure, et on obtient ainsi économie de temps & de combustible, puisqu'une seule chaudière sert à la production de la vapeur & à la concentration de l'acide. Il en a fait l'essai; mais il n'a employé qu'une chaudière très-petite, dans la crainte de perdre l'acide sulfurique qu'elle contenait, car elle pouvait fondre aisément par l'action du feu. Au reste, on pourrait diviser la chaudière en plusieurs compartimens dont un seul serait chauffé, de sorte que si il survenait un accident, la perte serait bien moindre. (b)

(b) Ne serait-il pas possible d'établir une chaudière de platine sous le sol de la chambre, puisqu'on est obligé d'en employer aussi de ce métal pour compléter la concentration? Ou bien, ne pourrait-on pas, même avec la chaudière de plomb, employer le chauffage à la vapeur, comme dans la cuisson du sucre, d'après le procédé Cayley (N. 32^e Secou) en faisant circuler la vapeur dans des tuyaux de platine qui formeraient plusieurs circonvolutions dans la chaudière de plomb? Il est vrai que l'acide sulfurique n'entre en ébullition qu'à une température supérieure à celle de l'eau; mais d'abord celui-ci est très-étendu d'eau, et il ne s'agit pas de le concentrer; ensuite, la vapeur a la propriété, en vertu de sa chaleur latente, de communiquer une température beaucoup plus élevée que celle qu'elle manifeste. (N. 39^e Secou) Peut-être aussi n'a-t-elle cette propriété que quand elle est en contact immédiat. Toutefois on pourrait faire quelques expériences à cet égard.

Ce procédé aurait aussi l'avantage de tirer parti de la portion d'acide nitrique qui est toujours mêlé avec la vapeur produite par la concentration. Cependant cette quantité de vapeur pourrait être insuffisante; mais dans ce cas il ne faudrait plus qu'une petite chaudière pour en fournir le supplément.

Comme il importe d'accélérer l'opération autant que possible, il est essentiel d'entretenir dans la chambre la chaleur nécessaire et une quantité d'eau suffisante car cette chambre est plus qu'un récipient; elle est aussi un laboratoire. Le courant continu de vapeur de l'eau remplirait ces conditions.

On brûle le soufre de diverses manières. Dans quelques fabriques, on le pose sur une plaque de fonte disposée horizontalement, près d'une des parois de la chambre intérieurement, au dessus d'un fourneau dont la cheminée, toutefois, n'a aucune communication avec la chambre; on y ajoute la quantité de nitre nécessaire et on opère la combustion de ce mélange. Il en résulte les produits ci-dessus décrits. De reste, chaque fabricant a son procédé particulier.

La flamme du soufre est rouge et non bleuâtre, comme lorsqu'on n'en brûle qu'une petite quantité. Ici la température est bien élevée; souvent même elle s'est assez pour faire fondre le nitre et décomposer entièrement son acide; mais il est aisé d'y remédier, comme on le verra ci-après.

Il ne faut pas mettre trop de soufre ou de nitre. Un excès de soufre serait nuisible, en ce qu'une partie se dégagerait en fleurs et non en acide; ces fleurs de soufre sont le résultat d'un phénomène semblable

à celui qui produit le noir de fumée; elles sont la fumée du soufre, comme ce noir est celle du charbon. L'excès de nitre nuirait aussi par le dégagement d'une trop grande partie d'azote, matière inerte qui s'opposerait au contact des autres gaz; en outre, le nitre est fort cher en France, à cause des droits d'importation, car en Angleterre, il ne coûte que 50. s. le H^m; à Paris, les droits devraient en porter la valeur à 2. s.; cependant on en trouve à 1. s. 70. c. C'est déjà beaucoup; il ne faut donc pas le prodiguer.

Le mélange du nitre avec le soufre a l'inconvénient d'altérer le sulfate de potasse qui est un des produits de l'opération, parce que le soufre laisse toujours des matières terreuses et des cendres qui se mêlent avec le sulfate. Aussi dans plusieurs fabriques fait-on brûler le nitre dans une capsule à côté du soufre; cette méthode est préférable; elle donne du sulfate de potasse très-pur et qui vaut le double de l'autre. Ce sel se vend ensuite aux salpêtriers qui le transforment en nitrate, ou aux fabricans d'alun artificiel dont il est un des élémens.

Un autre inconvénient du mélange du nitre avec le soufre consiste en ce que le nitre brûle quelquefois avec déflagration; alors son acide se décompose aussi entièrement, et n'est plus d'aucune utilité pour la production de l'acide sulfurique; car, on le répète, ce n'est pas l'oxigène du nitre qu'il faut dans cette opération, c'est son gaz nitreux. Dans quelques manufactures on fait un mélange de nitre et d'acide sulfurique dans une marmite qu'on place au milieu de la flamme du soufre; et afin que tout le nitre se décompose, on y ajoute un peu de farine, de

le nitrate de
chaun qui se
trouve dans les
plâtras dont se
servent les
salpêtriers.

secule ou de son; c'est le meilleur moyen d'avoir
du sulfate de potasse tout-à-fait homogène.
On avait imaginé de substituer l'acide
nitrique au nitre à mêler avec le soufre; il
paraît que l'essai n'a pas réussi complètement
ou qu'on n'y a trouvé aucun avantage.

La capacité de la chambre peut varier; elle
dépend de la quantité des matières qu'on y brûle
et de la rapidité de la conversion de l'acide
sulfureux en acide sulfurique. Quand on
opère en vases clos, cette capacité se détermine
facilement, parce qu'on connaît la quantité
d'air qu'elle renferme, celle de la vapeur
d'eau qu'on doit y introduire et du soufre
qu'on peut y brûler.

Les données théoriques indiquées dans la
première formule ci-dessus peuvent servir à
résoudre ce problème; elles sont aussi exactes
qu'il est possible, et très-utiles à connaître
quand on s'occupe de cette fabrication.

On y voit que la combustion de 100 lb.
de soufre et la conversion en acide sulfurique
exige environ 520 mètres cubes d'air
atmosphérique; tel est le rapport entre le poids
du soufre et la capacité de la chambre,
indépendamment de la durée de l'opération;
mais lorsqu'on connaît cette durée qu'on abrège
ou qu'on rallentit par plus ou moins d'agitation

du mélange gazeux, au moyen d'un courant continu, on peut aisément déterminer la capacité totale par le calcul.

Il y a des chambres de 5 à 600 mètres cubes de capacité; elles ont environ 10 mètres de longueur & de largeur et 6 de hauteur. Elles sont composées de lames de plomb soudées; on les isole de toutes parts, afin de pouvoir les visiter & les réparer au besoin; elles sont adossées ou attachées à une charpente extérieure; elles ont portes & soupapes pour renouveler l'air et pouvoir en visiter l'intérieur. Une chambre de 500 mètres cubes peut suffire pour produire en un jour 450 $\text{K}^{\text{m}}.$ d'acide sulfurique résultant de la combustion de 150 $\text{K}^{\text{m}}.$ de soufre. En Ecosse, il y a tel fabricant qui a plusieurs chambres de 7 à 800 mètres cubes chacune.

Quelle que soit la capacité de la chambre, les résultats varient suivant la combustion plus ou moins rapide du soufre. L'opération est complète quand il ne se dégage de la chambre que du gaz nitreux qu'on reconnaît à sa couleur; elle est incomplète quand il se dégage aussi du gaz sulfureux qu'on reconnaît à son odeur. On avait proposé de diminuer de beaucoup la capacité de la chambre et de la réduire à un simple

tuyau; c'était un projet mal raisonné, car la chambre ne renferme que les éléments de l'acide & non l'acide tout formé.

Le compte de fabrication est détaillé dans la 3.^e formule ci-dessus. Les renseignements qui ont servi à s'établir sont assez positifs. Le soufre y est porté à son prix moyen, car il vaut quelquefois 20 & 28.^e Les dépenses sont néanmoins susceptibles de varier suivant l'adresse et l'intelligence des manipulateurs; c'est ici le cas, comme dans la plupart des entreprises industrielles d'appliquer le proverbe: Tant vaut l'homme tant vaut la terre.

La fabrication est également susceptible de perfectionnement. On voit en effet dans ce compte, que les produits de soufre n'y sont portés qu'à raison de 2.^e pour 1, puisque 240 000 K.^{gr} de soufre consommés dans une année sont censés n'avoir donné que 60 000 K.^{gr} d'acide sulfurique; cependant on peut obtenir 328 K.^{gr} d'acide le plus concentré avec 100 K.^{gr} de soufre. (P. 1.^{re} formule) Il y a donc des améliorations possibles.

N'augmentât-on les produits en acide que de 20 p 100, cela serait une augmentation de bénéfice de 38000^f, et on n'atteindrait pas encore la limite de la production.

On peut perfectionner cette fabrication par plusieurs moyens, mais surtout par des modifications dans la construction de la chambre et par une moindre consommation de nitre. On emploie communément ce sel dans la proportion d'un 10^e du poids du soufre, et il faut alors 65 opérations ou réactions du gaz nitreux sur l'acide sulfureux; si on n'employait que la moitié du nitre, il faudrait 130 opérations et la durée totale serait double; toutefois on peut les accélérer en rendant la combustion plus rapide. On consommerait plus de charbon, à la vérité; mais on ferait une grande économie sur le prix du nitre dont la valeur est bien supérieure à celle du charbon. Il en résulterait donc, en définitive, un avantage considérable. Néanmoins dans l'état actuel des choses, cette fabrication est assez perfectionnée pour qu'en général les bénéfices ne soient pas au-dessous de 15 p 100. Il est rare qu'on y fasse des fautes de quelque importance. Il y a même des fabricants qui obtiennent plus de 25 p 100 d'acide et dont les bénéfices s'élèvent jusqu'à 25 p 100. (C)

(C) Il serait fort avantageux de pouvoir former l'acide sulfurique directement et de se dispenser ainsi entièrement de l'usage du nitre qui fournit

Malgré le prix élevé des chaudières de platine, leur emploi a procuré de grandes économies. La première idée de réduire ce métal en lingots est due à M. De Sautters. Voici quelques détails sur la manière dont il y a procédé.

Après avoir précipité la dissolution de ce métal par le sel ammoniac, et après l'évaporation de ce sel, il reste une masse très-poreuse connue sous le nom d'éponge de platine; mais en introduisant dans le vase un mandrin qui presse cette masse, doucement d'abord, puis de plus en plus fort, on parvient à donner la plus grande densité au métal & à en former des lingots. Ensuite on le lamine & on en fait des chaudières plus facilement encore qu'avec des feuilles de cuivre. Il y a un chaudronnier, M. Grenet, qui a déjà fait plusieurs chaudières de ce genre, dont quelques-unes ont 4 mètres de profondeur et de diamètre.

On traitera de l'alun & du sulfate de fer dans la prochaine séance.

le gaz nitreux dont la présence est nécessaire dans le procédé actuel. On sait que le gaz à l'état naissant ont une plus grande tendance à se combiner que dans tout autre circonstance; Or, si l'on introduisait dans la chambre un courant d'acide sulfureux et un d'origine, in cet état, et toujours sous l'influence de la vapeur d'eau, ne parviendrait-on pas à opérer cette combinaison? Mais, dans l'hypothèse même de la possibilité, il resterait à savoir si l'on se procurerait l'origine à moins de frais que le nitre.

Chimie
appliquée aux arts.

39^e Leçon.

79 145.
Samedi 23 avril 1828.

De l'alun. - Du sulfate de fer.

Formules et figures tracées
sur le tableau. (V. la fig. n^o 27.)

1^{re} formule.

Composition de l'alun. { Sulfate d'alumine. 38.73.
 { de potasse. 12.06. } 100.
 { Eau. 46.21. }

Autre mode. { Acide sulfurique. 32.88.
 { Alumine. 11.09. } 100.
 { Potasse. 9.88. }
 { Eau. 46.21. }

2^e fe. Consommation d'alun en France en 1824.
Papeterie, environ 1500 cuves à 500 k^{rs} = 750,000 k^{rs}
Teinture, environ - - - - - 4,000,000.
Tongroyage, Mou de Sturte &c. 500,000.

5,250,000.

En Angleterre environ 6 millions.

3^e fl. fonte d'alun par la vapeur. (fig. n^o 27.)
Constitution de la dissolution.

1 litre = 1400 grammes = { Eau 280.
Sel 1180. } cristallisant... 1165.
restant dissous. 15.
Quantité de chaleur = 104.° x 1.400 = 1456° calor. 600.

4^e fl. Compte de fabrication d'alun & de couperose
par les pyrites.

Matières.
100 hectolitres de Minéral à 60.° = 60 f. c.
feraille 37% de 2000 K. Couperose (sulfate de fer)
= 60 K à 25.° = 15. u
Acide sulfurique, 37% 60 K à 36. f. 69.° = 21. 60.
Sulfate de potasse, 25% de 1200 K. d'alun;
= 200 K. à 54. f. = 162. u

258. 60.
Fabrication { Carrière, 36 à 1.50. = 54. f.
houille 2000 K à 3. f. 69.° = 90.
Battage, emballage, transport. = 72.
Intérêt de 200000 f. à 4% = 80.
10 de 100000 à 6 u = 20.
Direction &c. = 20. } 336. u

Produits { Couperose 2000 K à 10 f. 69.° = 200. f.
Alun. 1200 à 40. = 480. } 680. 594. 60.

Bénéfice. 85. 40.

L'alun est une matière fort abondante
maintenant en France. Autrefois on en
faisait des importations considérables.
aujourd'hui on en fabrique non seulement
pour satisfaire aux besoins de la consommation
intérieure, mais encore beaucoup pour
l'exportation. Il se vendait 200^f. le quintal
métrique, il y a moins de 25 ans; il ne se
vend plus que 40^f. Aussi la fabrication
offre-t-elle peu de bénéfices en ce moment,
ce qui prouve qu'elle est bien perfectionnée.
C'est au reste, une remarque applicable à tous
les genres de fabrication; lorsque les bénéfices
d'une production quelconque sont bornés,
on peut en conclure qu'elle est parvenue au
plus haut degré de perfectionnement possible,
mais toujours dans l'état actuel des connaissances.

Avant que l'alun indigène fût répandu
dans le commerce, on ne voulait que de
l'alun de Rome; celui-ci jouissait de la
plus haute réputation et l'autre était tout-
à-fait dédaigné; cependant ces deux aluns
étaient parfaitement identiques; la seule
différence consistait en une couleur jaunâtre
produite par une poudre adhérente à la
surface des cristaux de celui de Rome; mais
on croyait qu'il était le seul propre à la
teinture, et les arguments les plus plausibles
ne pouvaient ~~rien~~ rien contre cette opinion.

M^{rs} Clément & Desormes parvinrent
 néanmoins à déraciner ce préjugé, mais
 en le mettant d'abord à profit pour eux,
 car ils auraient encore échoué en le
 heurtant. Ils firent donc de l'alun de
 Rome avec celui de France, et ils y réussirent
 si bien qu'ils gagnèrent 100 000^f en un an
 avec un capital de mille écus. Leur
 procédé consistait à donner ce qu'ils
 appellaient une saucé à l'alun de France,
 après l'avoir concassé; ils lui donnaient
 l'aspect jaunâtre de l'autre avec une
 poussière de sulfate d'alumine & d'oxide
 de fer. Après en avoir ainsi préparé
 quelques kilogrammes, ils en présentèrent
 un échantillon au premier teinturier de
 Paris, en lui disant qu'on le leur avait
 donné pour alun de Rome dont on leur
 proposait une forte partie, mais qu'ils
 le croyaient faux et ne voulaient pas
 l'acheter avant d'avoir eu son avis.
 Il répondit que cet alun était excellent
 et réellement de Rome, et qu'il en
 achèterait 100 quintaux s'il les trouvait.
 D'après cette réponse, on ~~lui~~^{les lui} promit,
~~cependant~~^{cependant} on ne lui en envoya qu'un quintal,
 dans la crainte qu'après l'essai, il n'eût

reconnût la différence & ne se plaignît
 d'avoir été trompé; mais il se fâcha
 au contraire de l'inexécution de la
 promesse, et pour s'appaiser, ^{on fut obligé de lui} ~~en~~
 en envoya 100 quintaux qu'il paya
 110. L'un, comme l'alun de Rome,
 tandis que celui de France ne valait
 que 31. Alors ils en établirent une
 fabrique près de Jouy, dans le voisinage
 de la manufacture de toiles peintes
 de M. Oberkampf, et ils convertirent
 une très-grande quantité d'alun de
 France en alun de Rome; ils pouvaient
 à peine suffire aux demandes qu'on leur
 faisait de cette dernière espèce. Un jour
 M. Liment en reconnut chez M. Oberkampf
 quelques balles qu'il avait marquées
 lui-même d'un signe particulier avant
 de les expédier à Paris; il voulut ~~aller~~
 défabuser ce fabricant, mais inutilement;
 pour ce dernier, c'était du bel & bon
 alun de Rome. Cependant, au bout de
 quelque temps, la vérité triompha et le
 public fut entièrement dissuadé. L'alun
 de France ayant ainsi gagné son procès,
 il s'en établit un grand nombre de

fabriques, beaucoup trop même, car plusieurs furent abandonnées, et le prix baissa graduellement.

Cette circonstance est une des nombreuses preuves qu'on ne peut souvent vaincre les préjugés qu'en les caressant. Ce déplorable esprit de routine est quelquefois tellement invétéré qu'il s'empare de l'intérêt même; c'est ce qu'on voit encore maintenant, quoiqu'il y ait toujours des importations.

Le sulfate d'alumine, principal composé de l'alun, ne peut pas cristalliser sans sulfate de potasse ou d'ammoniaque; or un sel qui ne cristallise pas, ne s'épure que très-difficilement; cependant comme il se trouve toujours du sulfate de fer dans celui d'alumine & que la première nuit essentiellement aux propriétés de l'alun, il importe beaucoup de pouvoir s'en séparer. On y parvient au moyen d'un sulfate alcalin, et avec tant de succès que l'alun cristallise même dans une dissolution de sulfate de fer sans prendre un atome de celui-ci, excepté quelque fois dans les interstices de son cristaux d'où il

toutfois que la
cristallisation ait
lieu sans agitation.

est ensuite facile de s'en traire. La
force de cristallisation repousse les
molecules du sulfate de fer, pourvu
qu'il n'est pas seulement dans la
formation de l'alun que cette force de
cristallisation se manifeste, c'est
aussi dans tous les sels & autres
substances analogues. Le nitre en a
une très-grande dont on pourrait
tirer parti dans son raffinage, si on
le laissait cristalliser paisiblement, au
lieu d'en agiter la dissolution comme
cela se pratique communément. Dans
le premier cas, il cristallise en aiguilles,
bien compactes dans l'intérieur desquelles
il n'y a aucune matière étrangère, et
qu'il suffit de laver pour les épurer
convenablement. Il est vrai que lorsqu'on
en retire les eaux mères, les cristaux se
refroidissant éprouvent une espèce de
retrait; ils se fendent dans un sens
perpendiculaire à l'axe et il s'y
introduit un peu d'eau mère; mais
malgré cet inconvénient, il vaut mieux
se faire cristalliser lentement, pour
avoir de gros cristaux, ainsi que le
font les raffineurs de l'alpêtre.

du commerce.

On pourrait aussi appliquer au raffinage du sucre la puissance qu'exerce la force de cristallisation. Il serait avantageux de laisser la première cristallisation s'opérer lentement en cristaux volumineux; en les fondant ensuite, qu'en les faisant cristalliser de nouveau, on aurait un sucre très blanc sans employer de charbon ou d'autres moyens d'épuration. Enfin, cette puissance de cristallisation est un moyen lorsqu'on préparait l'acide nitrique par la décomposition du nitre mêlé avec de l'argile, il en résultait une combinaison de potasse & d'argile, connue sous le nom de ciment d'eau forte, qu'on employait quelquefois avec la chaux grasse à laquelle elle donnait la propriété de durcir sous l'eau, comme la chaux hydraulique. C'était l'ancien procédé d'extraction de l'acide nitrique; ~~mais~~ maintenant on l'extrait par l'action de l'acide sulfurique sur le nitre seul, parce que ce dernier acide est à très-bon marché. Ce ~~procédé~~ procédé est donc bien moins dispendieux que l'autre. Mais le ciment d'eau forte, résidu

des phénomènes
chimiques les plus
surprenants; on peut
en tirer un très-bon
parti d'un grand
nombre de cas.

Du premier mode, était très-propre à la fabrication de l'alun. Mr. Bouvier, alors fabricant de ce ~~sel~~ sel, acheta tout le résidu qu'il trouva, et le faisant dissoudre dans de l'acide sulfurique, il en obtint de l'alun immédiatement par la cristallisation.

Aujourd'hui que ce moyen ne peut plus être employé, parce que le ciment d'eau forte est rare, on peut fabriquer l'alun de la manière suivante.

On commence par faire sécher de l'argile plastique, terre glaise, terre bolaise, car si elle n'était pas sèche, il n'y aurait pas de contact et par conséquent pas d'action chimique; on la pulvérise, on la tamise, & on met cette poudre dans des chaudières de plomb avec une quantité suffisante d'acide sulfurique; on fait chauffer ce mélange, puis on le lessive en le délayant, et on le décante. Lorsque la dissolution du sulfate d'alumine qui en résulte est ~~très~~ limpide et concentrée, on y ajoute du sulfate

De potasse en poudre; il se fait à l'instant une forte précipitation d'alun ^{ce dernier} car ~~ce~~ sel ne se dissout à froid que dans quinze fois son poids d'eau quoique les deux sulfates dont il est formé soient très-solubles. Cette solidification d'alun produit un dégagement de chaleur qui élève la température de la dissolution d'environ. En cet état, il contient du sulfate de fer, ce métal existant toujours dans l'argile; il faut donc s'en extraire pour y parvenir, on fait dissoudre tout l'alun à chaud, puis cristalliser par le refroidissement. Si la cristallisation s'opère lentement, il n'y reste par la plus petite partie de sulfate de fer, et une seule dissolution suffit. Tous les procédés longuement décrits dans les livres sur cette matière sont inutiles; le meilleur moyen d'épuration est la force de cristallisation; c'est ^{une propriété} ~~une propriété~~ admirable.

Le procédé de fabrication de l'alun avec l'argile n'est plus

quière usité, à Paris du moins.
On y a substitué un minéral moins
dispendieux; c'est un lignite, un
résidu charbonneux, ^(une terre pyriteuse) débris d'anciens
végétaux; il ne ressemble pas à la
houille, il est rouge. Entassé, il
s'enflamme au contact de l'air, & se
délite & tombe en poussière. Il contient
du sulfure de fer & de l'argile, mais
qui ne sont pas mêlés intimement.
Si on le lessive après 6 mois
d'exposition à l'air, sous des hangars
pour le mettre à l'abri de la pluie,
on y trouve beaucoup de sulfate de
fer; au bout d'un an, la lessive
contient aussi du sulfate d'alumine.
On fait évaporer leur dissolution
jusqu'à ce qu'elle ait acquis une
densité de 1300 à 1350, puis on la
laisse refroidir dans un cristalliseur;
il s'y forme de beaux cristaux de
sulfate de fer; le reste de la
dissolution est plus concentrée qu'a-
paravant, car sa densité est souvent
de plus de 1360; c'est ^{une eau mère de} sulfate
d'alumine renfermant encore un peu

* Dissolution de sulfate d'alumine ait une haute densité après la cristallisation de celui de fer par le refroidissement. On le reconnaît en y ajoutant une dissolution d'alun qui doit s'y précipiter, parce que celle du sulfate d'alumine se repousse lorsqu'elle est concentrée. Cependant, en été, elle s'échauffe et devient propre à conserver l'alun dissous.

De sulfate de fer. On y ajoute le cristallin sulfate de potasse ou d'ammoniaque & on laisse cristalliser l'alun. Les cristaux jaunent, mais on les rend blancs comme en les lavant. Il importe beaucoup que la solution soit pure. Quand on veut de grands cristaux d'alun on se fait une dissolution à chaud qui doit avoir une densité de 1400 & plus; on la met ensuite dans de ^{vastes et larges} ~~grands~~ ~~baguettes~~ ~~grands~~ la faire refroidir & cristalliser. Ces baguettes doivent être en plomb plutôt qu'en bois, sinon ils seraient promptement détériorés par l'action de l'acide. Au bout de 10 jours environ, le refroidissement est complet et les parois des vases sont couvertes de cristaux plus ou moins épais. Ils forment ordinairement de très-gros blocs qu'on peut scier en plusieurs morceaux, après avoir fait sortir l'eau du vase, au moyen d'un siphon, ou par des robinets, ou bien encore en ~~démontant le vase.~~ Pour cette opération, on fait fondre l'alun dans des chaudières en cuivre; mais elles peuvent être percées facilement par le sulfate de fer qui est mêlé avec celui d'alumine & qui attaque le cuivre. On y substitue avantageusement un appareil à la vapeur dont la figure est tracée ~~sur la page 137.~~ ~~et de la page 138.~~ La chaudière où se produit la vapeur communique par un

tuyau avec un grand baquet en
 plomb surmonté d'une trémie de
 même métal, dont le fond est garni
 d'une grille sur laquelle on met
 l'alun concassé. Ce sel étant en
 contact avec la vapeur, se fond comme
 la glace; il se dissout & tombe dans
 le baquet où la dissolution acquiert
 la température & la densité qui conviennent
 le plus à la cristallisation. C'est une
 des propriétés ^{merveilleuses} ~~admirables~~ de la vapeur,
 de donner à la dissolution d'un sel
 quelconque avec lequel on la met
 en contact, la température qu'exige
 cette dissolution, 115^o et plus, quoique
 la vapeur n'ait elle-même que 100^o,
 & ce sel fût-il à la température de zéro.
 Ce phénomène, qui est des plus curieux,
 est le résultat de la chaleur latente
 de la vapeur qui, ainsi qu'on l'a dit
 dans les leçons précédentes, est de
 650^o. Ce n'est pas un des moindres
 avantages de ce mode de chauffage
 dont les applications utiles abondent
 ont été révélées par W. De Rumford.
 La constitution de la dissolution
 d'alun et la quantité de chaleur
 nécessaire pour en fondre une masse

Donnée, sont indiquées dans la 3^e formule ci-dessus. ~~(V. F. 146)~~ On voit que la presque totalité du sel qu'elle contient est susceptible de cristalliser & qu'il en forme presque les 6/7. La température de l'ébullition de cette dissolution étant de 104^e et sa densité = 1.400, il faut un peu plus de 145 calories pour produire l'ébullition d'un litre. On connaît facilement, par ces calculs, la quantité de vapeur à fournir dans les divers cas.

La fabrication du sulfate de fer s'opère en même temps que celle de l'alun par le dernier procédé qu'on vient de décrire. ~~(V. F. 146)~~ Il n'y a rien à y ajouter.

Le compte de fabrication dont le détail est donné dans la 4^e formule ci-dessus, ~~(V. F. 146)~~ est établi sur le travail d'une journée dans une fabrique ordinaire. Le minéral n'est pas une très-grande dépense, quoique la matière première puisque les 100 hectolitres ne coûtent que 60^e. Il y a même des pays où

il est abandonné, comme en Sicardie; cependant les manufactures d'alun qu'on y avait établies n'ont pu s'y maintenir.

La ferraille qu'on y ajoute est nécessaire pour desulfurer en partie le persulfure de fer du minéral.

La plus forte dépense est celle des sulfates de potasse. Il n'est pas inutile de faire observer qu'il en faut 28 gr. % quoiqu'il n'y en ait que 18 dans l'alun (V. 1^{re} formule) ~~car~~ parce que tout ce sulfate ne cristallise pas avec l'alun; il y en a une partie qui se combine avec celui de fer.

On compte un grand nombre d'ouvriers, vu la grande quantité de matières à manier & transporter d'un lieu à un autre; outre les 3200 K. de sel qui sont produits, il y a les 100 hectolitres de lignites, 3000 K. de houille &c. &c.

Il ne faut pas moins d'un capital de 200000 fr. pour faire de premier établissement, parce que l'approvisionnement de minéral qui doit être au moins d'une année exige un vaste local,

Des hangars spacieux, indépendamment
des divers appareils & accessoires.
On peut y ajouter un capital circulant
de 100 000 pour les dépenses courantes
car l'alun n'est pas vendu aussitôt
qu'il est fait.

Ainsi, le Bénéfice paraît n'être pas
proportionné à l'importance de l'entreprise
et ce qui confirmerait cette conjecture
c'est que plusieurs fabricans d'alun ont
été obligés de cesser leurs travaux.

Dans la leçon prochaine, on
s'occupera de quelques notions
chimiques sur l'agriculture.

(a) Ce Bénéfice est pourtant de plus de 14 p 100,
autre les intérêts déjà très-élevés des capitaux
puisque ils figurent dans la dépense. (V. ~~le 14~~ la 14^e leçon.)
 $94,60 : 85,40 :: 100 : 14,36$.

Ces intérêts monteront à 30 000. par an, c'est 30 000.
Le bénéfice étant de 85.40 par jour, ce sera
pour 300 jours de travail, $85.40 \times 300 = 25620$.

Total du revenu de 300 000. $\frac{25620}{6} = 4270$.

C'est de l'argent placé à 18.54 p 100. Il faudrait
être difficile pour ne pas s'en contenter.

Si des fabricans ont échoué, c'est probablement
parce qu'ils ont manqué de débouchés ou de capitaux.

Chimie

appliquée aux arts.

40^e leçon.

87 164.

Vendredi 2^e avril 1828.

Notions chimiques sur l'agriculture. — Des engrais. —
Du sucre de betteraves.

Formules tracées sur le tableau.

1^o Valeur des os comme engrain.

1000 K^g d'os servent d'engrain pendant 4 ans
sur un hectare et 20 ~~ans~~.

833 jours un hectare en 4 ans.

208 ^{en} en 1 an.

à 10^f le q^{al} métrique = 20.80 = 8 voitures de fumier.

Rapport des transports :: 1 : 80.

Mouture à manège = 6.25^f les 1000 K^g.

La Machine = 2500^f (4. la 1^{re} f. 2^e leçon
de 14^e cours.)

2^o Production du sucre sur un hectare.

(Produit réel) Bengale 4486 K. Cuba 1400. Antilles fr^{es} 1500.

De Betteraves, en France à 28% 600. Il en reste 2400.

3^o Fabrication du sucre de Betteraves d'un hectare.

A sont à mouture	{	18000 K ^g Betteraves ^{à 15.66^f la 100^e} = 282 ^f	}	798.
		Grain de fabrication = 816.		
		270 K ^g sucre à 2.40 = 648.		
		300. mélasse à 28 = 128.		
Produits	{	mare et collets = 36.	}	309.

Différence 11.

A Arran.	{	25000 K ^g Betteraves ^{à 8.96^f la 100^e} 2241.	}	804.
		Grain de fabrication 480		
		Can imprévus 100.		
		1250 K ^g sucre brut à 1.20 = 1500.		
Produits	{	1000 K ^g mélasse à 10. 100.	}	1700.
		5000 K ^g mare 100.		

Différence 896.

P. la 1^{re} formule de la 47^e leçon
ou la coura de 1826.

La chimie donne des notions lumineuses sur l'Agriculture; cependant elle n'a pas une efficacité bien prononcée sur les résultats. Nous n'avons aucun pouvoir sur l'organisation des végétaux et des animaux. On est presque toujours obligé de suivre une routine confirmée par l'expérience, mais qui ne l'est pas encore par la science. Dans les manufactures au contraire, c'est la science qui donne les premières et principales indications; elle dirige l'expérience elle en est le flambeau.

Le germe est la première condition de l'existence des plantes. Le sol est l'agent le véhicule de leur nutrition; mais il y contribue aussi immédiatement lorsqu'il renferme des débris de végétaux & d'animaux.

L'eau est un grand moyen de végétation elle est un des principes élémentaires des plantes; il en est plusieurs à la nourriture desquelles l'eau seule peut suffire. On sème diverses graines dans des vases métalliques, siliceux & autres, ne contenant aucune substance propre à leur servir d'aliment mais on les a arrosées d'eau en quantité suffisante; elles ont germé et se sont reproduites comme dans un sol pourvu d'engrais. Il est vrai que ces expériences ont été faites sous l'influence de l'air atmosphérique, et que l'acide carbonique qui s'y trouve a pu être absorbé par

les plantes & leur fournir le carbone nécessaire à la formation de leur charpente; cependant il est probable qu'il y a une création de carbone, indépendamment de celui de l'acide carbonique existant dans l'air où il n'est pas assez abondant pour donner aux plantes tout le carbone dont elles ont besoin. On voit d'ailleurs des végétaux se reproduire et s'accroître, au moyen de l'eau pure, dans un air atmosphérique entièrement privé d'acide carbonique. On doit donc en conclure que l'eau leur abandonne ses deux principes constitutifs.

Tous les engrais provenant de substances animales et végétales favorisent singulièrement la production des végétaux. Il y a deux sortes d'engrais. Les uns sont les aliments proprement dits; les autres ne sont que des stimulans, les premiers composés des substances dont on vient de parler sont de la première espèce; les sels, tels que le muriate de chaux et autres, les débris pyriteux, les lignites &c. sont de la seconde.

On ne peut pas entrer dans de grands développemens sur l'application de la chimie à l'Agriculture, parce que cette partie de la science, on le répète, n'a pas encore fait de grands progrès. On doit toutefois présenter comme un objet

D'une grande importance l'emploi des os
comme engrain au lieu de fumier. Cet
usage n'a pas encore été adopté en France
quoique la propriété des os à cet égard
y soit bien connue depuis longtemps.
Mais il s'est avec beaucoup de succès
plusieurs contrées de l'Angleterre, et
particulièrement dans le York Shire. Il
s'en fait une telle consommation dans
cette province, qu'on va les chercher jusqu'en
Suède & en Pologne; on en a importé
en 1820 plus de 33000 tonnes de
mer, 33 millions de livres, dont une grande
partie provenait des champs de bataille.
On les brise en petits morceaux seulement
non en poudre, & on les répand sur le
sol. Des terres qui, auparavant, ne
donnaient que de chétives récoltes, sont
devenues très-fertiles par ce moyen.

Les os qui ne valaient autrefois
à Paris que 30^c le quintal métrique
lorsqu'on ne s'en servait que pour faire
de l'ammoniaque, se vendent aujourd'hui
8^c parce qu'on en consomme
beaucoup pour la fabrication du noir
animal qu'on emploie maintenant au
rafinage du sucre; cependant ce dernier
prix n'est pas encore assez élevé pour

qu'ils ne soient pas bien préférables
au fumier comme engrain. Même à 10.
le gal, ils seraient toujours plus écono-
miques, en raison de leur volume qui
est bien moindre, puisqu'un 208.^k équi-
valent à 8 voitures de fumier; ce qui fait
une différence énorme dans les frais de
transport; elle est de 1 à 80, comme on le
voit dans la 1.^{re} formule ci-dessus. ~~(voir)~~
Le fumier est très-volumineux, parce
qu'il contient beaucoup d'eau; les os
n'en ont pas; la substance qui est
essentiellement fertilisante, leur partie
gélatineuse, forme environ les $\frac{3}{5}$ de leur
poids; le reste est du phosphate calcaire,
engrain de la 2.^e espèce désigné plus
haut sous le nom de stimulant. #

C'est en Angleterre même qu'on
fait mouler les os, ou plutôt concasser,
car il n'est pas nécessaire de les réduire
en poudre. Les moulins dont on se
sert à cet effet sont très-simples ainsi
qu'on peut le voir dans la figure ^{Fig. 28.}
~~en est tracée ci-dessous~~. On met
les os dans une trémie sous laquelle
on fait tourner deux cylindres en fer
fendu garnis de pointes de diamant
très-saillantes qui brisent les os
tombant de la trémie. La saillie des

Il n'est pourtant
pas certain que ce
mode d'engrain soit
meilleur que l'autre, pour
la terre des environs
de Paris où le fumier
ordinaire est très-
abondant.
(3 mai 1828.)



pointes est de plus d'un centimètre, les cylindres ont environ 15 décimètres de longueur. La plupart de ces machines sont mues par un manège. Il y en a autre qui le sont par la vapeur, et entre autres une à Nottingham où l'on en fait plusieurs voitures par jour. On a un dépôt d'os pour engrais; on les vend comme la poudrette dans les environs de Paris. Cette mouture d'os est beaucoup plus rapide que celle du grain; on a l'habitude dans plusieurs contrées de laisser le fumier exposé à l'air, quoiqu'il en résulte une perte de plus de moitié quant aux effets, ainsi que l'a démontré un chimiste Italien. Il convient d'enfouir le fumier au lieu d'en faire de gros tas qu'on recouvre pour empêcher autant que possible l'access de l'air & de l'eau qui, lorsque le fumier est gâté, entraîne la partie la plus précieuse pour la fertilité des terres. Cet usage est suivi en Ecosse, principalement dans une vacherie qu'on cite comme modèle en ce genre. Elle renferme plus de 200 vaches qui sont dans des étables dont la largeur n'est guère que ce qu'il faut pour contenir ces animaux; elles y sont

attachées aux mangeoires & assez
pressées l'une contre l'autre pour
n'avoir pas la faculté de se tourner,
de sorte que leurs excréments tombent
dans un grand fossé dont les parois
sont inclinées et qui a la longueur de
l'étable. Un autre avantage de ce
procédé consiste en ce que la litière
dure beaucoup plus, n'étant pas
macérée par les excréments. Lorsqu'elle
est hors de service, les palefreniers
la pousent sans beaucoup de peine
dans ce fossé où elle se mêle aux
ordures qui s'y trouvent, et où l'on
peut faire entrer des voitures pour
charger le fumier. Il y a infiniment
d'ordre & d'économie dans cet
établissement. On en a formé de
semblables & peut-être plus étendus
encore, à Londres même, où ils fournissent
une grande partie du lait qui s'y
consomme. Ils sont exploités par
des compagnies de plusieurs actionnaires
comme la plupart des entreprises
industrielles en Angleterre.

Il est bon d'ajouter que ces
établissements ont une infirmerie où
l'on s'empresse de mettre les vaches

malades & de les isoler afin qu'elles ne communiquent pas leur maladie aux autres, car une épidémie pourrait y causer de grands ravages.

Un des produits chimiques les plus intéressants de l'agriculture est le sucre de Betterave, objet dont on s'est beaucoup occupé depuis une vingtaine d'années, mais qui était connu longtemps avant par les expériences de Margraaf célèbre Chimiste de Berlin. Il reconnut qu'il existait dans la betterave environ 8 p. 100 de sucre; cependant on croyait que ce produit était loin de suffire pour que le sucre de betterave pût soutenir la concurrence avec celui de Canne. On aurait eu une tout autre opinion si l'on eût connu les rapports des terres dans les divers pays; on aurait vu, comme cela est indiqué dans la 2^e formule ci-dessus, que dans les Colonies d'Amérique un hectare ne donne que 14 à 1500 K^{il} de sucre, et qu'en Flandre ~~on en retire 2500 K^{il}~~ ~~de betterave qui contiennent~~ ~~2000 à 2400 K^{il} de sucre brut~~ ~~de bonne qualité, à raison~~ ~~de 8 p. 100 (V. la 2^e formule)~~ ~~Voilà l'avantage de~~ ~~recherches auxquelles on applique~~

on en retire 25 à 3000 K^{il} de betterave qui contiennent 2000 à 2400 K^{il} de sucre brut de bonne qualité, à raison de 8 p. 100 (V. la 2^e formule)

le calcul; les chiffres fournissent
 toujours un excellent moyen de comparaison.
 Mais il faut remarquer qu'en Amérique
 c'est le produit réel, positif, & qu'ici
 ce n'est que le produit théorique ou
 possible, car on est loin de l'obtenir
 dans la fabrication. L'atmosphère,
 l'humidité, la nature du sol & une
 foule d'autres circonstances influent
 beaucoup sur ce produit; on ne doit
 donc jamais compter sur 8 p/o,
 Cependant on en obtient ~~quelques fois~~ ^{quelques fois} ~~généralement~~ 6; alors c'est autant
 qu'aux Antilles; c'est le terme moyen
 de ce qu'on obtient dans les fabriques
 de Flandre. (a)

En coupant des betteraves par
 tranches très-minces qu'on expose au
 soleil pour les sécher parfaitement,
 puis qu'on met dans l'alcool pour
 en dissoudre la partie sucrée, on en
 obtient, après l'évaporation de la
 dissolution filtrée ^{ou décantée} du sucre candi
 très-bien cristallisé, qui donne
 environ 4 p/o du poids des betteraves
 employées. Tel est le procédé
 indiqué par Margraff; mais on

et après la cuisson de ce jus, on n'a que 0.28 de matière
 utile. Ainsi 18000 K.^m de canne donnent 6000 K.^m de jus
 dont on retire 1500 K.^m de sucre. Ce dernier produit est
 le 12.^e du poids de la canne ou environ 8 p/o et
 par conséquent autant qu'il en existe dans la betterave;
 mais on ne peut pas extraire de cette plante tout ce qu'elle
 contient; si on le pouvait, un hectare fournirait 2000 K.^m de sucre,
 puisqu'il donne 2500 K.^m de betteraves. Il est probable
 que la canne à sucre en contient autre plus qu'on n'en
 extrait.

le calcul; les chiffres fournissent
 toujours un excellent moyen de comparaison.
 Mais il faut remarquer qu'en Amérique
 c'est le produit réel, positif, & qu'ici
 ce n'est que le produit théorique ou
 possible, car on est loin de l'obtenir
 dans la fabrication. L'atmosphère,
 l'humidité, la nature du Sol & une
 foule d'autres circonstances influent
 beaucoup sur ce produit; on ne doit
 donc jamais compter sur 8 p/o,
 Cependant on en obtient ^{dans} ~~quelques~~
~~quelques fabriques~~ ^{généralement} 6; alors c'est autant
 qu'il en faut. Autrement c'est la terre neuve.

Suivant M. De Humboldt, sept lieues quarrées
 de terrain dans les contrées équinoxiales fournissent
 tout le sucre nécessaire à la consommation de la
 France. * (Empire 18 f. 1832.) *

* Si un hectare ne produit que 1500 K.^l de sucre, comme il
 est dit dans la note d'autre part, 7 lieues quarrées formant
 11200 hectares ne donneraient que 16800000 K.^l, et
 par conséquent environ 0.8 ou un livre par tête pour
 toute la France. Ce n'est qu'un tiers de la
 consommation réelle qui peut même beaucoup s'accroître
 encore, avant d'arriver au taux de celle d'Angleterre où
 elle est 20 fois plus considérable. (V. 42.^e leçon, p. 201.)

L'assertion de M. De Humboldt n'est donc pas exacte, ou
 M. Say, qui l'a rapportée, se sera trompé.

en suit un autre dans les fabriques
celui-là serait trop dispendieux
s'il devoit ^{néanmoins le} ~~être~~ ^{mentrue} le plus convenable
dans cette circonstance, parce qu'il ne diffère
que de sucre & non les parties mucilagineuses
de la betterave.

Le résidu de cette plante après le rapage
et l'extraction du sucre, était regardé comme
une matière toute ligneuse, entièrement privée
d'eau, et par conséquent bien plus propre à
la nourriture des bestiaux; c'était une
erreur. Ce marc renferme autant d'humidité
que la betterave primitive et non rapée, quoiqu'elle
paraisse tout-à-fait sée. On a desséché au
soleil sur des assiettes de porcelaine et avec
toutes les précautions nécessaires, 100 grammes
de marc & 100 de betterave. Seulement coupée
en tranches; après une dessiccation complète
il ne restait plus que 12 grammes de
l'un & de l'autre.

Le jus de la betterave est contenu dans
des cellules beaucoup plus petites que celles
de plusieurs autres fruits, tels que les citrons
les oranges &c. Il ne sort que très-peu de ce
jus lorsqu'on le coupe, parce que l'instrument
tranchant ne peut ^{entraîner} les cellules, quoiqu'il
paraisse l'on se soit d'une râpe qui brise
et déchire les cellules; mais plusieurs
membranes ^{intérieurement} sont extrêmement délicates qui
échappent à l'action de la râpe et de la
plus grande pression; elles forment donc
des petites hydrauliques les plus qu'on a; elles forment

minces que soient les tranches
et les filaments de la plante;
on n'en obtiendrait pas plus
de jus par la pression la plus
forte, vu l'extrême ténuité des
cellules. D'après ce principe
que la résistance d'un vase à
la pression est en raison inverse
de son diamètre. Il faut donc
les briser et les déchirer pour
en faire sortir le jus. On y
emploie une râpe; mais il
y a des membranes intérieurement
déliées qui échappent encore
à l'action de la râpe et de

un marc qui conserve encore au moins 28 g %
de jus propre à donner du sucre. La betterave
a fort peu de matière ligneuse, ainsi que
la pomme de terre; il n'y en a guères que 0.08;
le reste est tout suc. Les plantes sont d'un
genre analogue à celui des Mollusques, quant
à la partie solide. Ainsi le marc ne vaut
pas mieux que la betterave même pour la
nourriture des bœufs; il n'y a pas plus
de substance nutritive dans l'un que dans l'autre.
Il peut cependant être plus favorable à la
digestion, parce qu'il est bien divisé, bien
trituré par l'action de la râpe; mais dans ce
cas, et si la betterave est un aliment bien
profitable pour les bœufs, on peut, au lieu
d'en faire du sucre, la broyer pour cet
usage avec des hache-paille ou d'autres
instruments analogues. (b) Si on veut, au
contraire, continuer à en extraire le sucre, il
faut perfectionner les râpes, afin de pouvoir
atténuer complètement la matière, rompre toutes
les cellules et enlever enfin tout le jus qu'elles
contiennent.

Mo. Taylor, mécanicien Anglais, habitant

à Paris en ce moment,
doit incessamment faire
construire une râpe
qui, si les apparences
se réalisent, sera
infinitement supérieure
à toutes celles dont on
s'est servi jusqu'à ce
jour et pourra même
dispenser de l'emploi des
presses hydrauliques.

(Sicron du 24 avril
1828.)

(a) Un hectare produisant 28 000 K. de betteraves, il y aurait
de quoi nourrir 8 à 9 têtes de bétail pendant un an,
à raison de 8 K. par jour et par tête. Il reste à
savoir si cette nourriture convient en tout temps &
si on peut la conserver assez saine pour cet emploi
d'une récolte à l'autre. Si cela était, il y aurait
beaucoup d'avantage, car un hectare cultivé en fourrage
est loin de rapporter autant.

La fabrication du sucre de betteraves est une bonne spéculation suivant les uns, et mauvaise suivant les autres. Ses opinions sont fort partagées à cet égard; mais notre Professeur qui s'en est occupé il y a quelques années, et qui en connaît par conséquent le fort & le faible pense que c'est une affaire de localité. A Paris & dans les environs, elle ne paraît rien moins qu'avantageuse. A Fontenay-le-Comte, il y en avait, en 1812, quatre qui faisaient d'assez bonnes affaires; maintenant, il n'y en a plus que deux en fort mauvais état. En Flandre au contraire, elles ont toujours été et continuent d'être dans un état très-florissant. On voit dans la 2^e formule ci-dessous ~~l'état~~ le compte de fabrication établi d'après les renseignements donnés par les fabricans mêmes. Celui de la fabrique d'Arras présente un très-grand bénéfice, tandis que l'autre donne à peine de quoi couvrir les dépenses, quoique la mélasse se vende deux fois ^{qui a, dit-on, un peu d'amertume} plus que celle d'Arras. Il est vrai que les produits en betteraves sont de 38 g/o de plus à Arras et que les frais de fabrication y sont ordinairement moindres, car le charbon y est bien moins cher. Son compte est aussi d'une des bonnes années, de 1822, et la fabrique appartient à M. Serpelle, le cédant, en France, qui ait beaucoup gagné à cette fabrication, sans y avoir néanmoins appliqué de nouveaux procédés. Il paraît qu'il doit principalement son succès à la connaissance des qualités de la betterave qu'il examine soigneusement.

En Définitive, c'est une opération dont le succès est très-incertain; elle a un grand nombre de chances contre elle. Un des principaux inconvénients est dans la difficulté de conserver la betterave après la récolte; elle s'échauffe en fort peu de temps, surtout dans les années froides; et quoiqu'elle garantisse toujours sucrée, le sucre qu'on en retire alors n'est plus cristallisable; il est gras au toucher comme le sucre brut de l'Inde, et ne donne que de la mélasse, ou tout au plus 0.01. de sucre. Pour la conserver, il faut suspendre son action vitale ou végétative. La méthode la plus généralement suivie est d'en former des tas peu volumineux à l'abri de l'air, car ce sont les grandes masses qui s'échauffent & s'altèrent le plus promptement. La betterave n'est même pas susceptible d'être transportée; c'est sur les lieux où on la récolte qu'il faut l'employer.

Celle qui a la chair blanche & la peau rosée est la plus propre à l'extraction du sucre; la jaune est moins bonne; elle devient noire partout où elle est meurtrie & son

jus s'altère plus facilement.

Voici quelques détails sur les procédés de fabrication.

La betterave est d'abord déchirée aussi menue que possible par la râpe; elle tombe de là entre un cylindre armé de lames de fer et une glanache mobile tangente au cylindre puis dans une cuve qui est au dessous où elle forme une espèce de bouillie; quelquefois elle est reçue sur une toile placée sous le cylindre et qui ne ~~retient~~ retient que la matière solide la pulpe. On porte cette matière immédiatement sous une presse, en y ajoutant un peu d'eau, pour en extraire le jus qu'on fait chauffer de suite ainsi que celui qui est dans la cuve, jus qu'à la température d'environ 80°. Dans des chaudières de la capacité de 1800 à 2000 litres où le jus est transporté par une pompe & des tuyaux. Si toutes ces opérations ne sont pas faites très promptement, la betterave s'altère la décomposition s'effectue rapidement si le jus & le marc restent en contact avec l'air; c'est ce qu'on éprouve dans plusieurs de ces fabriques mal organisées & on n'écrapte tout au plus 10000 K. de betteraves.

par jour. Cependant depuis quelque temps on y ajoute avec succès une substance qui surpasse la fermentation; tel est l'acide sulfurique dont il suffit de mettre 0.002 à 0.003 du poids du jus de betteraves. On y verse ensuite un lait de chaux en quantité suffisante pour saturer l'acide, & on fait de nouveau chauffer le tout jusqu'au moment de l'ébullition; mais il faut suspendre le feu dès qu'on aperçoit le premier bouillon. Il se forme alors à la surface une moussure très-épaisse qui, si on prolongeait l'ébullition, troublerait la liqueur que l'on mélange avec la chaux. Durant cette première cuisson la liqueur devient limpide; on la soutire de la chaudière par le fond, & on la porte dans des cuves où l'on en profite l'évaporation jusqu'à 28° de l'aréomètre; il s'y fait aussi un dépôt de sulfate de chaux. Il convient que les vases évaporatoires soient très-larges, ainsi que le foyer, pour rendre l'évaporation aussi rapide que possible. La liqueur tirée de la chaudière est le jus défilé; lorsqu'elle n'est pas parfaitement claire, on la recuit sur un filtre.

Pour former la clairce, on y ajoute du charbon animal bien divisé, dont la propriété décolorante est aussi très-utile dans cette opération, comme dans celle du raffinage. (V. la leçon

suivante.) Le sirop étant ainsi clarifié, on le fait cuire, et lorsqu'il l'est au point convenable, on le verse dans des rafraichissoirs où on le laisse jusqu'à ce que sa température ne soit plus que d'environ 40° et sa densité = 1330 ou moins; alors on le coule dans des vases de terre de forme conique pour le faire cristalliser.

Un autre chimiste de Berlin, M. Achard, avait indiqué un procédé différent pour l'extraction du sucre de betteraves; il consistait principalement à faire évaporer le sirop pendant quelques semaines, dans des étuves où il forme du sucre candi immédiatement sans raffinage, et par conséquent à moins de frais. Le procédé a été repris par M. Crespel, fabricant d'Arras; il paraît avoir des avantages dans certains cas; mais dans les années sèches où la betterave a plus de sucre, il paraît préférable de cuire le sirop directement.

Le sucre candi provenant de l'évaporation lente dans les étuves est enveloppé d'une mélasse très-visqueuse. Pour s'en détacher, M. Crespel le fait broyer entre deux cylindres d'où il tombe en pâte dans une auge; on met cette pâte dans des sacs, puis sous la presse, et la mélasse seule sort du sac; le sucre qui y reste est d'une bonne qualité. Le résultat est assez

Difficile à expliquer.

Au reste, cette fabrication est susceptible de grande perfectionnement. Toutes les machines sont mauvaises; elles n'enlèvent pas à la betterave tout le jus qu'elle contient, et elles n'exécutent pas les diverses opérations avec la rapidité nécessaire. (V. p. 171.)

Un autre moyen d'amélioration serait dans l'emploi de la vapeur pour le chauffage du jus & pour la cuisson du sirop. La défécation en serait plus facile, parce qu'on intercepte la chaleur en un instant avec un tour de robinet, & on n'a plus à craindre que la liqueur soit troublée par l'ébullition.

Loutefoix, vu le bas prix actuel des sucres de canne, il est difficile que celui de betterave se soutienne la concurrence. Son exploitation exige de grandes capitaux qui sont improductifs pendant plusieurs mois de l'année, parce qu'il faut qu'elle s'accomplisse en trois ou quatre mois, et qu'elle commence aussitôt après la récolte; ou bien il faudrait trouver un moyen de conservation des betteraves, de manière à pouvoir en extraire le sucre à loisir.

(V. pour le sucre de betterave la 47.^e leçon du cours de 1826.)

L'expérience suivante a prouvé l'influence du feu nu sur les résultats du chauffage des liquides.
Deux casseroles pleines d'eau de source salée ont été mises l'une sur un feu de charbon, l'autre sur un feu de sable; un thermomètre était placé dans chaque casserole, et un dans le sable; celui de la 1.^{re} n'indiquait que 60° et cependant des dépôts de matière salée se formaient sur les parois inférieures de la casserole, tandis qu'il ne s'en formait pas dans la seconde quoique son thermomètre indiquait 80° ainsi que celui du bain de sable. (Séan du 24 avril 1828.)

176.

Chimie
appliquée aux arts.41.^e leçon.

Mercredi 27 Avril 1828.

Du raffinage du sucre. - De la cuisson des
sirops. - De leur décoloration par le charbon animal.

formules écrites sur le tableau.

1.^o Importation du sucre. En } $\begin{matrix} 1821. & 45000,000. K^u \\ 1822. & 38,000,000. \\ 1823. & 40,600,000. \end{matrix}$
Angleterre, environ 800 millions de K^u.

2.^o Chaleur du sirop à la cuisson.

1000 grammes de sucre } $1280 \text{ grammes sirop à } 111^\circ = 100,000$
250 " d'eau }
 $\frac{100000}{850} = 117.64 \text{ vapeur} = \text{charbon brûlé réel} = 30.77 = \frac{117.64}{4} = 29.41$
1000 K^u sucre fondu = 30.77 = 1.55.

3.^o Produit de 100 K^u sucre brut Martinique. (4.^e belle)

Ancien procédé. par le charbon animal
Sucre blanc. 50 K. à 2.80^c = 140.^c 60 K. à 2.80^c = 168.^c
Virgeoise. 10. à 1.60. 16 " 18 " à 1.60. 24.
Lumpin. 12. à 2.40 28.80. 10 " à 2.40. 24.
Métairie. 28. à 0.40. 10. " 10 " à 0.40. 4.
Perte. 3. " " " " "

100. 194.80. 100. 220.
Equivalent en sucre blanc $\frac{194.80}{2.80} = 69.57. \frac{220}{2.80} = 78.57.$

Sucre blanc par le procédé d'Howard, env. 84 K^u
" par celui de Taylor, probablement 80 à 82

(V. la 30.^e leçon du 4.^e cours.)

On a parlé dans la dernière leçon, de la culture de la betterave, parce que, de toutes les matières premières dont on extrait le sucre, c'est la seule qu'on puisse cultiver facilement en France; par la même raison, on en a fait connaître le mode d'extraction. Quant aux mêmes opérations relativement au sucre de canne, comme on ne peut les exécuter que dans des pays d'un climat très-différent du nôtre, il serait inutile de s'en occuper ici.

Il est bon toutefois de remarquer que les procédés usités aux Colonies pour l'extraction du jus de la canne à sucre, sont susceptibles d'amélioration; on y a même déjà porté quelques machines à vapeur pour être employées à cet usage. Il n'y a pas de chute d'eau dont on puisse profiter dans ~~la plupart des Antilles~~ ^{la plupart des Antilles}, parce que les pluies qui y sont très-abondantes, mais non continues n'y forment que des torrens s'élevant quelquefois très-haut, et quelquefois à sec. C'est donc une chose avantageuse d'avoir un moteur qu'on fait marcher à volonté, d'autant plus que le combustible est sous la main & n'y occasionne aucune dépense; ce sont les débris des cannes à sucre après l'extraction du jus; la partie ligneuse en est si considérable qu'elle peut fournir assez de combustible pour le mouvement du moteur et la concentration du veau. (a)

(a) Je doute pourtant un peu que l'introduction de ces machines à vapeur soit avantageuse aux Colonies. Il est vrai que les chutes d'eau sont très-rares; mais le vent y supplée & je ne crois pas qu'il manque jamais. Il y a peu d'habitations qui n'aient une situation convenable

Une autre amélioration non moins profitable consisterait dans l'emploi de la vapeur pour la cuisson des sucres. Je vous l'enferme, comme tous les jus de matières sucrées, une portion de sucre incristallisable qui peut augmenter par l'action de l'air & du feu pendant l'ébullition; car la portion cristallisable se détériore très-prompement, lorsque cette opération n'est pas bien conduite, mais en appliquant le chauffage par

pour la construction d'un moulin à vent; cependant quelques-uns n'ont qu'un moulin à manège, mais c'est parce que leurs propriétaires n'ont pas les moyens d'en faire construire d'autres qui coûtent fort cher. Or, ceux-là ne pourraient pas davantage se munir d'un moulin à vapeur qui serait peut-être plus cher encore qu'un moulin à vent, car aux Colonies tout coûte beaucoup plus qu'en Europe; la dépense y est, en général, considérée comme quintuple. Quant au combustible, il est vrai autre qu'on le trouverait dans les débris des cannes à sucre; mais dans l'état actuel des choses ces débris ne sont pas perdus. Ce qu'on n'emploie pas à la concentration du sucre, sert d'aliment aux bœufs qui en sont très-friands.

Ajoutons à ces considérations l'extrême difficulté de faire adopter une innovation, quelque utile qu'elle soit, dans ces pays-là, les plus routiniers qu'il y ait & les plus inaccessibles aux lumières.

Elles sont les notions que j'ai conservées d'un séjour de 6 mois que j'ai fait pour mes pèchés à la Guadeloupe. Ainsi, jusqu'à plus ample renseignement je crois que ce serait une mauvaise spéculation que d'y porter des moulins à vapeur.

la vapeur à la concentration du sirop,
on empêcherait la conversion d'une grande
partie de ce sirop en mélasse, parce que
l'ébullition serait mieux maîtrisée et l'évaporation
plus rapide. Au reste, on a déjà fait
connaître les avantages qui en résulteraient,
en parlant de l'application de la vapeur à
divers moyens de chauffage. (la 17. leçon.)

Les procédés de clarification usités aux
Colonies pourraient aussi être améliorés. Les
seuls, qu'on y emploie quelquefois, sont rares
et coûtent fort cher. On y a substitué le
sang de bœuf; le charbon animal vaudrait
mieux encore. On y transporte beaucoup
de sang séché et pulvérisé; mais pour
l'employer à la décoloration du sirop, il
faut le délayer dans de l'eau. Il doit être
parfaitement sec pour pouvoir se conserver
durant le transport; si il avait la moindre
trace d'humidité, il s'altérerait et
perdrait sa propriété clarifiante. Quelquefois

si il est en putrefaction
et dans cet état, il
peut communiquer au
sirop des propriétés
malfaisantes. Avec un
bon appareil à filtrer,
on serait souvent
dispensé de l'employer.

Il serait bien intéressant pour le
commerce d'avoir un procédé d'essai
pour les sucres bruts, aussi facile et aussi
exact que pour un grand nombre d'autres
marchandises, telles par exemple, que l'or
et l'argent dont on peut connaître très-
aisément le titre à 0.002 ou 0.003 près,
ce qui est fort heureux, ^{quand il s'agit des} ~~matières~~ matières

autre précieuse. On a autre des moyens
 fort exacts d'essayer le salpêtre; mais
 il n'en est pas de même de quelques
 autres matières, au nombre desquelles
 sont le sucre, l'indigo &c. les procédés
 usités ne sont pas assez certains. La
 quantité de sucre cristallisable que
 renferme un sucre brut &c. qui en est la
 valeur réelle, ne peut pas encore être bien
 appréciée. On l'évalue au toucher, à
 la vue, mais d'une manière fort inexacte
 ainsi qu'on peut le juger par l'expérience
 suivante que fit un jour le docteur.

Un raffineur très-experimenté ayant
 bien examiné du sucre brut qu'on lui
 présenta, évalua à 0.1% la quantité de
 mélasse qu'il contenait; M^r Clément
 qui se définit un peu de cette évaluation
 fit avec un mélange de sucre très-blanc
 et de mélasse, une substance qui avait
 tout-à-fait le même aspect que l'autre
 sucre brut, puis il montra les deux
 échantillons au raffineur; celui-ci dit
 sans hésiter que c'était le même sucre
 ou du moins de la même qualité,
 cependant il n'y avait que 0.03 de
 mélasse dans celui que M^r Clément

avait préparé.

On voit donc que rien n'est plus incertain que ces évaluations à la vue et au toucher. Ainsi, la connaissance d'un procédé infallible serait une découverte fort importante.

On peut en tirer, de l'expérience, #

Certains sucres bruts ont un grain

Dur d'autres ont un grain mou. ^{ce qu'on} reconnaît aisément en les essayant sous l'ongle; les premiers donnent plus de sucre cristallisé

que les autres. Ceux-ci existent abondamment dans les sucres de

l'Inde qui sont gras et mous; autres rendent-ils moins que ceux des Antilles,

quoiqu'ils soient plus blancs. Ils sont en outre susceptibles de s'altérer plus facilement au contact de l'air.

Si l'on fait avec chacun de ces sucres un sirop, une claiée ayant 1280 à 1280

de densité, celui du sucre dur peut rester pendant plusieurs mois exposé

à l'air sans rien perdre de sa limpidité; celui du sucre mou, au

contraire, dont la couleur est la même lorsqu'il vient d'être préparé, se salit

d'abord à la surface en peu de temps, puis il s'épaissit par degrés jusqu'à

former une couche de 5 à 6 centimètres

ci-dessus, cette autre conséquence que le sucre brut le plus coloré ne contient guère plus de 0.03 de mélasse; cependant on en extrait 0.25 dans l'opération du raffinage; ce sont par conséquent plus de 0.20 de sucre cristallisable qu'on transforme en mélasse par les procédés défectueux de cette opération.

beaucoup plus colorée que le reste; c'est une altération que le ^{seul} contact de l'air lui a fait subir. En faisant bouillir ces deux sirops, le dernier prendra une couleur jaune foncée, sur tout si on prolonge l'ébullition pendant 12 à 15 heures, tandis qu'une ébullition même beaucoup plus longue n'altérera nullement la couleur de l'autre. L'air a donc une influence très-prononcée sur le sirop du sucre mou; et elle est bien plus grande lorsqu'elle est favorisée par la chaleur.

Une chose essentielle dans la fabrication du sucre, comme dans toute entreprise commerciale, est d'exprimer en nombres la valeur de la matière car il faut toujours recourir aux chiffres pour comparer les dépenses ^{avec} les produits. Il faut donc tâcher de trouver ces expressions pour la valeur des sucres et des sirops.

Quoique la couleur du sucre soit une propriété ~~très~~ ^{trop} équivoque pour en faire juger la qualité, puis que le sucre de l'Inde est plus blanc que celui des Antilles & pourtant donne moins de

Sucre cristallisé, on ne doit pas tout-à-fait la négliger. Voici un moyen qu'on peut employer pour évaluer cette couleur. On fait un mélange de sable blanc & de sable coloré jusqu'à ce qu'on ait atteint la nuance du sucre avec lequel ce mélange doit être comparé; on connaît ~~alors~~ ^{alors} le degré de blancheur du sucre par la quantité de sable coloré qu'il a fallu ajouter au sable blanc pour atteindre cette nuance. On peut avoir divers mélanges ainsi préparés d'avance, dans des proportions déterminées, pour servir de moyens de comparaison avec les diverses espèces de sucre. C'est un moyen qui peut, à la vérité, paraître grossier; mais c'est toujours par des procédés imparfaits que l'on commence dans les arts & même dans les sciences; par exemple, il y a quelques siècles, on ne prédisait pas les éclipses avec la même précision qu'aujourd'hui. Les premiers pas de l'esprit humain sont toujours incertains.

La couleur des sirops s'évalue par un autre moyen.

La clarté est un premier sirop fait avec $\frac{2}{3}$ de sucre brut et $\frac{1}{3}$ d'eau; la densité doit être de 1280, corrigée dans à 28.° de l'aréomètre de Baumé; en général, il s'acquiert cette densité qu'à la température

De 111^o ce sirop a une couleur foncée
~~sauf~~ ; ce sirop est plus ou moins coloré
 suivant l'espèce de sucre qu'on y a
 employé. Pour en estimer la nuance, on
 a plusieurs petits morceaux de verre
 coloré au moyen de charbon mêlé avec la
 matière vitrifiable ; on met un nombre
 quelconque de ces morceaux de verre
 l'un sur l'autre, jusqu'à ce que leur
 réunion offre une nuance semblable
 à celle du sirop ; si il en faut 6, 8,
 10, 20 ou plus, on dit que la couleur
 du sirop est à un pareil nombre de degrés.
 Après avoir mêlé le sirop avec une
 quantité donnée d'une substance décolorante
 soit du charbon animal, si on attribue
 la nuance avec 4 morceaux de verre
 au lieu de 20 qu'il aurait fallu avant
 la clarification, le charbon en aura
 enlevé 16 degrés. C'est un très-bon
 moyen pour connaître la faculté décolorante
 des diverses espèces de charbon et
 autres matières qu'on emploie à cet
 usage. Il est d'autant plus important
 que la dépense de la décoloration du
 sucre n'est pas une des moindres
 de l'opération du raffinage.
 La dissolution de platine est

encore un excellent moyen de comparer les couleurs des sirops. En ajoutant plus ou moins d'eau à cette dissolution, elle acquiert une couleur semblable à celle du sirop ou de la claiure qu'on veut évaluer.

L'objet du raffinage est de séparer du sucre brut les matières colorantes & les impuretés qui s'y trouvent, car il est très-impur, tel que les colonies nous l'envoient. Il est impossible d'effectuer cette séparation mécaniquement. Si il ne fallait qu'en extraire la mélasse, on y parviendrait peut-être par des procédés analogues au raffinage du salpêtre, c'est-à-dire, en le lavant avec une eau déjà saturée, comme dans le terrage; mais cela ne suffit pas. On serait d'ailleurs toujours obligé de le fondre pour lui donner la forme de pains qu'on exige en Europe. Il faut donc de toute nécessité dissoudre d'abord le sucre jusqu'à une certaine densité, ce qui ne se fait pas sans perdre plus ou moins de sucre. On ajoute à la dissolution un peu d'eau de chaux & de sang de bœuf ou de quelqu'autre substance ayant la propriété de se coaguler par la chaleur à une température de 60°, telle que le blanc d'œuf, puis on la fait bouillir peu à peu; la substance coagulée forme un réseau qui enveloppe les matières hétérogènes et insolubles du sucre; elle les entraîne à la surface ou au fond de la chaudière d'où il est facile de les

enlever. Dans ce procédé, l'ébullition ne doit pas être rapide, sinon le réseau se romprait. Ce moyen de clarification est indispensable, car la filtration ne s'effectue pas avec assez de célérité pour clarifier complètement le sirop qu'on n'aurait pas purgé préalablement des matières enlevées par le coagulum. Ensuite on jette la liqueur sur un filtre de drap de laine, et elle coule parfaitement claire dans des récipients. Le résultat de cette opération est ce qu'on nomme la claiice.

Cependant, la filtration s'exécute de telle qu'on la pratique dans la plupart des raffineries; le refroidissement de la liqueur et la pression de l'air extérieur la contraire. Il faudrait au moins entretenir une haute température, afin de diminuer la viscosité du sirop et d'en faciliter l'écoulement. C'est ce qu'on obtient par le procédé d'Howard qui permet de tenir le sirop à la température de l'ébullition, au moyen de la vapeur pendant la filtration. Ses appareils à filtrer sont autre mieux disposés; au lieu d'être faits d'une pièce de drap tendue

horizontalement, et sur laquelle l'effort
 de l'écoulement se dirige uniquement
 vers le centre, on plie ce drap en plusieurs
 compartiments qui en font des espèces de vases
 assez profonds dans lesquels on verse le sirop. La
 surface est donc très-développée, et la liqueur
 exerçant une pression considérable sur les
 parois latérales, sort plus abondamment par
 ces parois. Comme il y a un grand nombre
 d'intervalles ou de compartiments, et qu'on
 en laisse toujours un de vide entre deux qui
 sont pleins, à chaque filtration, on s'en
 sert alternativement, de sorte que la
 liqueur qui s'écoule nettoie en partie les
 pores du drap qui étaient restés obstrués
 par la filtration précédente. Avec un filtre semblable
 d'une surface de peu d'étendue, (un mètre carré)
 on peut filtrer des milliers de K.^m par jour,
 la filtration étant d'ailleurs favorisée par
 beaucoup d'autres causes dépendantes, à la vérité,
 de l'appareil à vapeur que plusieurs fabricans
 ne croient pas devoir adopter; mais on pourrait
 du moins emprunter au procédé de Howard
 les parties d'une exécution plus facile, et
 entre autres la disposition des filtres.
 La fabrication de la claiée avec les
 anciens appareils est défectueuse; ce sont

Des chaudières rondes et profondes où l'on fait chauffer la dissolution du sucre brut jusqu'à la température de 111° nécessaire à son ébullition. Il peut en résulter la transformation d'une partie de sucre cristallisable en mélasse, comme on l'a déjà dit. Le chauffage par la vapeur est bien préférable; ou du moins, en conservant l'ancien mode de chauffage, on pourrait n'employer que des chaudières d'une petite capacité, n'ayant que 15 à 18 centimètres de profondeur, où la cuisson du sucre s'opérerait en 10 ou 12 minutes au lieu de 4 heures & plus qu'il faut avec les autres chaudières.

Les raffineurs jugent le degré de cuisson au toucher; ils prennent une goutte de sirop entre le pouce et l'index, puis les écartant, le sirop doit filer, se rompre & former un crochet. Il en est qui s'en servent d'arabes & de thermomètres; mais quoiqu'on puisse consulter quelquefois ces instruments, il ne faut pas toujours regarder leurs indications comme certaines, parce que tous les sucres n'exigent pas la même température: celui qui est gras & mou, ou qui contient beaucoup de matières étrangères, bout à une température inférieure à celle du sucre d'un grain dur.

Lorsqu'il est suffisamment cuit, on le fait évaporer, puis on le verse dans des rafraichissoirs; on l'agite au bout de quelques heures, pour en faciliter la cristallisation, et il se fait une masse grasse, grâteuse, dont

on remplit des vases de forme conique percés d'un trou à leur sommet ; on les porte dans des greniers où la température doit être de 20 à 25.° et égale partout. Les formes sont renversées & le sirop ^{non cristallisé} coule par le sommet dans des pots placés au dessous. Pour faciliter l'écoulement de cette mélasse, on met une couche d'argile délayée dans de l'eau, sur la base de la forme ; l'eau qui s'en sépare filtre à travers la masse entière du sucre & entraîne les petites portions de mélasse qu'elle rend plus fluides. On donne le nom de terrage à cette opération qu'il faut renouveler au moins quatre fois, de 3 en 3 jours. On laisse bien égoutter les formes, et le sucre devient assez dur pour que la masse s'en détache facilement. Il est plus dur ~~dur~~, lorsqu'on en a favorisé la déshiccation par une augmentation de température ; cependant il contient encore de l'humidité dans son intérieur. Pour la lui enlever entièrement on le porte dans des séchoirs garnis de grillages sur lesquels on pose les grains à quelque distance les uns des autres.

terrage plus facile en diminuant la pression de l'air sous la forme, mais en la maintenant au dessus. Le vide ne fût-il que d'un 10^e d'atmosphère, équivalant à une colonne d'un mètre d'eau, l'écoulement du sirop s'opère mieux. C'est comme si la partie supérieure était chargée d'un poids égal à celui de cette colonne. Il faut dire néanmoins que l'essai de ce procédé fait dans un raffinerie en France, il y a quelques années, n'a pas réussi. Cependant le principe est certain.

la Dose ordinaire est d'environ le 10^e du poids du sucre.

Le sucre reste un mois ou deux dans ces séchoirs où la température doit être constante, égale et pas trop élevée afin que la première eau qui sort des grains ne forme pas un sirop qui pourrait se caraméliser à leur surface & s'opposer à l'évaporation de cette humidité intérieure. [On peut rendre] On a fait, depuis quelques années des améliorations importantes au procédé de raffinage du sucre, par l'emploi du charbon qu'on y ajoute pendant la préparation de la claire. Le raffinage s'opère plus promptement, parce qu'on n'est plus obligé de le faire bouillir sirop trois ou quatre fois, comme auparavant ce qui aurait en outre le grave inconvénient déjà mentionné d'en diminuer la portion cristallisable. La faculté décolorante du charbon est telle qu'à la première opération le sirop devient presque incolore. On employait autrefois le charbon de bois mais un pharmacien de Montpellier ayant reconnu que le charbon animal possédait cette faculté à un bien plus haut degré M. Serres eut le premier l'idée de le substituer à celui de bois dans le

raffinage du sucre; il fit ce charbon en calcinant les os provenant des fabriques d'ammoniaque. L'usage en est maintenant tellement répandu que les deux fabriques d'ammoniaque qui existent dans les plaines de Grenelle & de Cliehy ne fournissent pas assez d'os pour satisfaire ~~aux demandes~~ aux demandes qu'on leur adresse; cette substance, qu'elles jetaient autrefois, après l'extraction de l'ammoniaque, se vend aujourd'hui 4.^s le quintal métrique; le charbon qu'on en retire ne valait que 16.^s, il y a peu d'années; il vaut à présent 2.^s. On calcine ces os dans des pots de terre non vernissés.

Il paraît que ce charbon enlève au sirop non seulement la matière colorante, mais encore d'autres matières impures quoiqu'incolores, & même la chaux qu'on ajoute ordinairement pour préparer la claiice. Cette dernière substance favorise la clarification du sirop; mais il ne faut pas qu'il y en ait trop ni qu'elle y reste trop longtemps.

Quelques fabricans continuent d'employer le charbon végétal parce qu'il coûte moins que l'autre. Si c'est

on fait un mélange dans les proportions de 0.4 pour le charbon animal, & de 0.6 pour l'autre. Quoi que la propriété décolorante de celui-ci soit 3 à 6 fois moindre que celle du premier, l'expédient du mélange a réussi; la différence est bien moins grande.

une économie sous ce rapport, ce n'est pas une sous celui du sucre. D'autre part M. M. Layen & Bussy ont cherché l'explication de cette action du charbon animal; ils ont supposé qu'il l'exerce de la même manière que sur le sucre ~~comme~~ sur la dissolution d'indigo qu'il décolore également, et ils ont regardé la matière colorante du sucre comme une véritable dissolution. Ceci pourtant n'est encore qu'une hypothèse mais il est résulté de leurs recherches cette observation utile, que la propriété décolorante du charbon est d'autant plus grande qu'il est plus divisé, ce qu'on remarque surtout dans celui des os qui est tenu dans un état de division extrême par le phosphate calcaire formant les $\frac{2}{3}$ de cette substance. Le charbon de tout autre matière animale dépourvue de ce phosphate est loin d'être aussi divisé; il a le brillant métallique et n'a qu'une très-faible propriété décolorante; mais on peut l'augmenter en mêlant la substance animale à calcine ou son charbon avec une matière terreuse de l'argile &c, qui s'oppose à l'agglomération des molécules du charbon.

Demain on terminera ce qui concerne le raffinage du sucre & on commencera l'examen des propriétés de la fermentation.

Chimie

appliquée aux arts.

42^e Leçon.

104 193.

Jeudi 28 avril 1828.

Suite du raffinage du sucre. — Avantages de l'emploi de la vapeur dans cette opération. — De la fermentation alcoolique.

formules écrites sur le tableau.

fermentation.

1^o Composition

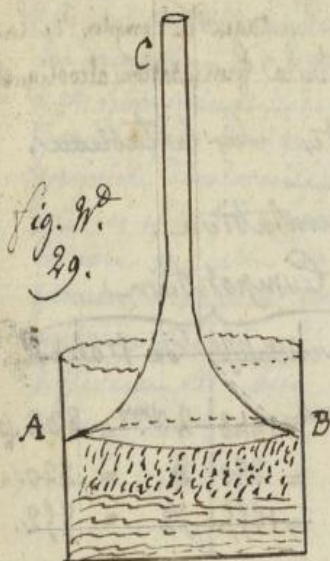
	du sucre cristallisé.	de l'alcool.
Vapeur de carbone.	$3 \text{ ymm} = 1248$	$2 \text{ ymm} = 832$ (a)
hydrogène.	$3 = 220$	$3 = 220$ (a)
Oxygène.	$\frac{1}{2} = 165$	$\frac{1}{2} = 55$
	3123.	1604.
Acide carbonique	1519.	1519.
		3123.

Alcool 51.35. } 100.
Acide carbonique 48.65. }

2^o Produit maximum de 100 K^{de} de sucre.

Alcool absolu à 79% = 51.35. = 64.80.
3/6 860. = 63.67. = 74.80.
22^p 1/2 920. = 90.90. = 98.80.

(a) la densité de la vapeur de carbone = 0.4222.
celle de l'hydrogène = 0.0688.
Ainsi 3 ymm de vapeur de carbone = 1286 au lieu de 1248;
et 3 ymm d'hydrogène = 206 au lieu de 220. Mais ces différences sont presque insensibles quant aux résultats; elles se bornent à quelques millimètres.



Par une lettre écrite au Professeur au sujet de la filtration du sirop, on lui demandait s'il ne serait pas possible d'y appliquer le principe d'hydrostatique consistant à exercer une plus grande pression, au moyen d'une colonne plus longue de liquide sur un filtre dont l'auteur de la lettre avait tracé la figure, comme ci-contre. (V. fig. N^o 29.)

Après avoir donné lecture de cette lettre M. Clément a répondu que la chose la plus importante n'est pas d'obtenir une très-grande pression, bien qu'elle contribue aussi à faciliter l'écoulement du sirop; mais les ordures qui restent tombant sur la base filtrante peuvent en obstruer les pores & neutraliser ainsi une grande partie de la force de pression. Dans le filtre d'Howard dont les parois filtrantes sont verticales, les gouttes de liquide se détachent plus facilement que d'une paroi horizontale où l'action capillaire tend de plus à les retenir. Il y a d'ailleurs d'autres moyens d'augmenter la pression du liquide ce sont surtout ceux employés dans le procédé d'Howard dont le filtre entièrement recouvert d'une caille est enveloppé d'une atmosphère de vapeur qui entretient une haute température & la fluidité du sirop c'est la conservation de la chaleur bien plus que la rapidité de la filtration qui l'empêche de devenir visqueuse. On peut accroître la pression intérieure du filtre en diminuant la pression extérieure. En plus la température est élevée, et plus la filtration est abondante.

Il ne faut pas donner le nom de principes théoriques, mais simplement celui de notions, à ce qui a été dit dans la leçon d'hier sur le raffinage du sucre. On en a développé les anciens procédés qui sont pourtant ceux qu'on suit encore presque généralement; car les fabriques qui ont adopté les nouveaux, ceux d'Howard ^{ou} de Caylor, ne produisent pas la 20^e partie du sucre qui se consomme; elles sont en petit nombre même en Angleterre; et en France il n'y en a aucune. Nous avons même des raffineurs tellement ennemis des innovations qu'ils n'ont jamais voulu employer le charbon animal dans la décoloration du sirop. A plus forte raison se refuse-t-on à adopter les nouveaux appareils qui sont, à la vérité, assez dispendieux, car il n'en coûterait pas moins de 50000 fr. pour en monter un complètement; mais combien on en est dédommagé par l'augmentation et la supériorité des produits!

On a fait connaître l'avantage résultant de l'emploi du charbon pour décolorer le sirop; on a aussi parlé des moyens de préparer ce charbon & de la grande consommation qu'on en fait. Comme il devient fort rare, on a imaginé de calciner de nouveau celui

qui a déjà servi, pour lui rendre sa
propriété décolorante. Après plusieurs
essais d'un résultat équivoque, M.
N. . . ., de Chaillot, a réussi. Quoique
le succès ait été contesté, mais par
les fabricans de charbon, il n'en
paraît pas moins certain. Outre qu'il
a obtenu, à cet effet, un prix de la
société d'encouragement, une autre
preuve du succès se trouve dans la
vente des charbons anciens que les
raffineurs jetaient autrefois après
s'en être servis à une seule opération.
Cette ~~opération~~ revivification du charbon
s'obtient facilement par une espèce
de torréfaction qui lui enlève les
matières colorantes dont il s'était
chargé durant son contact avec le
sirop. Cependant on ne lui rend pas
toute la vertu décolorante qu'il avait
après la première calcination; il ne
n'en recouvre guères que les 3/4.
Cette diminution est un assez grand
inconvenient, parce que le charbon
reste chargé d'une plus grande
quantité de cendre qui occasionne
toujours une perte notable. On la

enlève bien par des lavages; mais cette clarté se trouve de nouveau dissoute & on est obligé de la recueillir pour en opérer la ^{concentration}. C'est ce qui cause une nouvelle perte, parce qu'à chaque cuite, il y a transformation d'une partie de sucre cristallisable en mélasse. Il n'en est pas de cette matière comme de quelques autres, telles que les métaux; l'or par exemple, qu'on retrouve toujours en totalité, à très-peu de chose près, quel que soit le nombre des opérations auxquelles on le soumet.

En Angleterre, on emploie l'alumine au lieu du charbon, dans plusieurs raffineries; c'est encore un moyen imaginé par Howard. Toutefois ce n'est pas parce que l'alumine est préférable au charbon; ceux qui s'en servent ne le croient pas eux-mêmes; mais c'est parce qu'il n'y a qu'un raffineur qui ait le droit d'employer le charbon; en vertu d'une patente qu'il a obtenue du Gouvernement. Les autres ne voulant pas acheter de lui la même faculté ont donc été obligés de chercher une substance qui y supplée; ils l'ont trouvée dans l'alumine dont le principe décolorant est encore assez énergique.

Mais on a reconnu un inconvénient dans l'emploi du sucre décoloré par le charbon animal pour la fabrication des sirops, principalement de ceux employés par les confiseurs, que les sirops de grogilles au bout de quelques jours perdent leur couleur et leur liquidité, ils cristallisent. Ce résultat, dont la cause n'est pas encore expliquée, a été observé par plusieurs confiseurs & entre autres par M. Lankade, l'un de nos maîtres, qui en a donné communication à M. Plument. Quelques raffineries ont employé le soufre-actif et le plomb pour décolorer le sirop; ce moyen réussit parfaitement quant à la décoloration, mais comme il est difficile d'empêcher qu'il n'en reste dans le sucre, et que ce sel est vénéneux son usage ne pourrait avoir des conséquences funestes et doit être interdit. La proto-muriate d'étain a aussi une substance décolorante assez énergique; mais il altère le sucre; il agit comme mordant sur

la couleur des sirops. (d)
le 28 Mars 1822

Vraisemblablement la forme gélative de l'alumine est nuisible à cette opération, parce qu'elle emporte une trop grande quantité de sirop; il est vrai qu'on peut le lui enlever en lavant le précipité; mais c'est ajouter de l'eau à la dissolution du sucre, et il faut ~~une~~ plus grande combustion pour réduire la clairesse à la densité convenable. Cet inconvénient est beaucoup moindre avec le charbon animal.

On doit en France l'usage universel du ch.^{on} animal au désintéressement de M. Beron qui n'a pas voulu prendre un brevet d'invention de ce procédé, quoiqu'il soit le premier qui en ait imaginé l'application. Cet usage est donc devenu une propriété publique.

(fin du 2^e man. 1826)

On sait en effet que c'est à son existence dans l'alun que ce sel doit la propriété d'être le mordant le plus efficace de la teinture. Après l'avoir extraite de l'alun, d'où on la précipite en y versant de l'ammoniaque, on la jette en poudre dans la chaudière à clairesse la matière colorante du sirop se combine avec cette alumine pendant l'ébullition; le précipité qui se forme ensuite est d'une couleur très-foncée.

On a également essayé l'emploi des acides et des alcalis pour décolorer le sucre; mais ces moyens sont dangereux, parce que le moindre excès de l'une ou l'autre de ces substances peut altérer le sucre cristallisable qui, alors, se transforme en métabre dont la valeur vénale n'est que le 12^e environ de celle du sucre.

Au reste, quoique les perfectionnements qu'on peut apporter à divers objets de détail ne soient pas à dédaigner, le plus important de tous est dans l'application de la vapeur à l'ensemble de la fabrication la formation de la clairesse, la cuisson

(6) Elle en serait le 7^e si elle se vend 40^c le sac le sucre blanc 2.80^c, comme il est dit dans 3^e formule de la 41^e leçon.

Des sirops, la Dérivation, toutes les opérations enfin peuvent être exécutées avec la vapeur & un seul foyer, tandis que par l'autre procédé, il en faut un pour chacune. Une seule chaudière à vapeur suffirait donc, au moyen de plusieurs tuyaux qui transmettraient la vapeur dans les divers appareils où elle serait nécessaire. L'un communiquerait avec la chaudière à cuire qui pourrait même être une cuve en bois; la vapeur dissoudrait le sucre et porterait la dissolution à la température de l'ébullition, 111° et plus, en vertu de la faculté que lui donne la chaleur latente, ainsi qu'on l'a dit dans la leçon sur l'alun.

(~~4. 7. 4. 4.~~ 39^e) Un autre tuyau conduirait la vapeur dans la cavité qui enveloppe la chaudière à cuire; un 2^e dans la capacité où s'opère la filtration; les autres dans les greniers où l'on s'occupe du terrage, et dans les séchoirs où l'on fait évaporer l'humidité intérieure des

grains de sucre après leur sortie de la forme; ^{la température nécessaire y sera} ~~le même réservoir de~~ ^{entretenu avec plus de régularité. Le même réservoir} vapeur peut fournir celle du moteur de la machine destinée à faire le vide, soit dans la chaudière à cuire afin d'obtenir une ébullition à basse pression, soit sous le filtre pour faciliter l'écoulement du sirop. Enfin ^{les} avantages de l'emploi de la vapeur sont immenses, on ne saurait trop le répéter.

La dépense des combustibles nécessaire pour produire tous ces effets n'est que de 1^{er} pour 1000 kilogrammes de sucre au prix actuel du charbon à Paris; ^{c'est-à-dire} ~~0.001~~ 0.001 de la valeur du sucre, ainsi qu'on le voit par les 2^e & 3^e formules tracées dans la leçon d'hier. (la 4^e)

En faisant servir la vapeur à la fusion du sucre, au lieu de le dissoudre d'abord dans de l'eau, on a un sirop plus concentré; on pourrait même dispenser d'avoir une chaudière à cuire

on aurait un Sirop cuit complètement avec une seule opération.

L'art de fabriquer et de raffiner le sucre est digne de toute l'attention des spéculateurs, autant par les améliorations dont il est susceptible que par son importance qui doit encore beaucoup s'accroître. Cet art est en faveur, parce que le sucre ~~est~~ devient un objet de première nécessité. La consommation annuelle n'est, en ce moment, que de 40 à 45 millions de kilogrammes, ce qui fait tout au plus le 20.^e de ce qu'elle est en Angleterre; mais tout fait présager qu'elle augmentera aussi en France. Lorsque les habitants des campagnes jouiront de l'aisance que le perfectionnement de l'industrie doit répandre dans toutes les classes, ils feront un usage habituel de cette substance aussi agréable que salutaire, tandis que jusqu'à présent elle est à peine connue de la plupart d'entre eux. La matière première ne manquera jamais, car elle est cultivée avec une telle abondance surtout dans l'Inde, que le sucre brut n'y coûte que 20.^e le gal. métrique, et il ne revient guère qu'au double

De ce prix en Europe, malgré les droits
le fret n'étant pas bien élevé dans le
temps ordinaire. Les consommateurs
manqueront jamais non plus. Ainsi
que d'ailleurs de prospérité pour ceux
qui exploiteront cette mine féconde avec
toute l'intelligence qu'elle exige! Ce
n'est pas là un de ces misérables
produits chimiques dont la consommation
se borne à une valeur de quelques
milliers de francs; celle du sucre
doit aller à plusieurs centaines de millions.

Il est des arts qui sont ^{tellement} perfectionnés qu'on perdrait son temps à
~~chercher à les perfectionner~~
à peine à vouloir les perfectionner en core
mais le raffinage du sucre est loin
de là. Il y a de grandes améliorations
possibles. Il faut d'abord chercher
les moyens de retirer du sucre brut
tout le sucre cristallisable qu'il
contient; puis ceux d'économiser
le frais de fabrication &c. On peut
affirmer qu'on parviendra à ce but
ou du moins qu'on en approchera
par l'emploi de la vapeur.

Puisque l'ancien procédé est toujours
suivi dans le plus grand nombre des raffineries
il n'est pas inutile de parler d'une chaudière

à bascule qui produit de très-bons effets pour la cuite du sirop. Elle a été imaginée par un raffineur de sucre, M^r Guillemin, homme d'un esprit très-inventif et l'un des plus disposés à adopter tous les moyens d'amélioration; c'est toujours lui qui donne l'exemple; il est l'éclaircisseur du métier; ses confrères le suivent main de loin, car lorsqu'ils adoptent ^{un de ses} ~~un~~ procédés, il s'a déjà abandonné pour un autre qui lui paraît préférable.

La chaudière à bascule est peu profonde; on y jette brusquement deux gros pots de sirop qui bouillent presque de suite, parce qu'elle est exposée à une très-haute température. Dès qu'il est cuit, la bascule agit et le sirop coule de la chaudière dans un rafraichissoir. Un autre mouvement de bascule remet la chaudière à sa place, et on y verse deux autres pots de sirop. Chacune de ces opérations est l'affaire de quelques instants et s'exécute avec facilité.

Dans les chaudières fixes, au contraire, on met dix fois plus de sirop que dans l'autre, & il ne s'y produit pas plus de vapeurs. Le sirop qui fournit cette vapeur est assez cuit; mais on ne peut pas le retirer de la chaudière avant que le reste ne le soit également; les premières parties restent donc exposées plus longtemps qu'il ne faut à l'excessive chaleur qu'éprouve la chaudière, et il

il y en a plus ou moins de brûlé, outre la portion qui touche les parois et qui ne s'en détache pas, vu la viscosité du sirop.

C'est ce dernier inconvénient surtout qui donne tant de supériorité au chauffage par la vapeur; le sucre ne peut jamais se brûler, même avec la vapeur produite à haute pression, comme dans le procédé de Taylor; car la température ne va pas au delà de 150° équivalant à environ cinq atmosphères tandis qu'à feu nu, la chaudière éprouve une chaleur de 2000° et peut être plus. Il y en a même dont le cuivre est oxydé extérieurement par l'action du feu, malgré le liquide qu'elle contient; la vapeur qui se forme au fond soulève ce liquide momentanément, et ce défaut de contact, quoique de courte durée, suffit pour que le feu agisse avec toute son intensité sur le cuivre. Ce phénomène de la vapeur soulevant le liquide, s'observe aussi lorsqu'on jette ^{quelques gouttes} d'eau sur une plaque de fer rouge; il arrive souvent qu'elle ne se vaporise pas entièrement, comme cela aurait lieu si le fer était moins chaud; c'est parce qu'elle

L'eau est environnée d'une atmosphère de vapeur formée par quelques-uns de ses atomes & qui préserve le reste du contact du fer.

Il y a deux appareils pour l'emploi de la vapeur dans le raffinage du sucre, ceux de Caylor et d'Howard; on en a fait connaître le mécanisme dans une des leçons précédentes, (la 12^e). ~~Le dernier~~ Le dernier diffère principalement de l'autre en ce qu'il est accompagné d'une machine pneumatique au moyen de laquelle on fait le vide dans l'intérieur de la chaudière à cuire, afin d'obtenir l'ébullition du sirop à une pression moindre que celle de l'atmosphère. On peut diminuer cette pression autant qu'on le désire; cependant on se borne ordinairement à une rarefaction telle que l'air intérieur n'ait plus qu'une tension égale à 18 ou 20 centimètres de mercure. Si on la poussait trop loin, la cuisson serait lente & il faudrait plus de temps pour atteindre le degré de concentration convenable du sirop. Il suffit que l'ébullition ait lieu à une chaleur qui ne puisse plus altérer le sucre cristallisable et

le transformer en mélasse.

Le procédé d'Hovvart est bien connu; le Docteur Hollaston, un des premiers Physiciens de l'Europe et l'un des hommes les plus recommandables de l'Angleterre, a donné à notre professeur des renseignements très positifs à cet égard; il le trouvait d'ailleurs mieux que c'est lui qui a dirigé Hovvart dans la construction de son appareil. Le procédé est exploité maintenant par plusieurs fabricans, moyennant un droit de patente qu'ils payent aux héritiers d'Hovvart auxquels il procure un revenu de ~~12 000 liv. st.~~ 12 000 liv. st. (200 000 fr.) par an.

On a introduit une partie de ce procédé dans une raffinerie à Marseille mais d'une manière très-incomplète, car on n'y emploie pas la vapeur; on se contente de faire le sirop dans la chaudière à cuire. Il faut, à la vérité, moins de chaleur pour opérer l'ébullition du sirop mais la viscosité en rend toujours une portion adhérente aux parois de la chaudière et cette portion peut se brûler parce que l'action du feu est très-intense sur les parois. Sans le chauffage par la vapeur il y a aussi adhérence du sirop dans

4 Dans le raffinage, il ne se dépose rien de sulfate de chaux sur les parois de la chaudière, comme dans la défécation et la concentration du jus, parce qu'on n'y emploie rien de chaux ni d'acide sulfurique.

#appareils, puisqu'il en existe. Il faut les prendre en Angleterre, on du moins le mieux. Dans ce cas comme dans beaucoup d'autres, il est plus avantageux d'imiter que de créer.

la viscosité n'est pas diminuée par
cela ; mais il ne peut jamais se
brûler, et on peut ensuite le détacher
de la chaudière. 

Un autre vice de l'appareil
de la raffinerie de Marseille est
dans le moteur de la machine destinée
à faire le vide, c'est un mariage
qu'on y emploie, le plus dispendieux
des moyens de produire la force
motrice. Une semblable idée est
~~vraiment~~ tout-à-fait d'un autre
siècle.

Pour réussir complètement, il faut
appliquer la vapeur à toutes les
opérations où l'on peut s'en servir
et dont on a déjà fait l'énumération.
~~(V. L. 109.)~~ On ne cessera pas de
le répéter avec le sentiment de la
plus intime conviction. Et pour cela,
il n'est pas nécessaire d'imaginer des

Après avoir ainsi terminé
l'examen du raffinage du sucre,
le Professeur a commencé celui de
la fermentation, sur laquelle il s'est
borné aujourd'hui à quelques notions
générales.

L'alcool est un des produits de la fermentation du sucre, opération

trien-curieuse et qui n'est pas encore bien expliquée, mais dont les résultats sont parfaitement connus.

On voit par la 1^{re} formule ci-dessus ~~(ci-dessus)~~ que les éléments de l'alcool et du sucre sont les mêmes, & que leur composition ne diffère que dans les proportions de carbone et d'oxygène dont les quantités excédantes dans le sucre constituent l'acide carbonique, de sorte que le sucre est une espèce de carbonate d'alcool. ^{ainsi que ceux de la 2^e formule} Ces renseignements ont été donnés par M. Gay Lussac à M. Berthollet, lorsque ce dernier était distillateur de suc de gomme de terre; ils se trouvent, avec tous les développements désirables, dans une lettre que lui écrivit M. Gay Lussac qui se fit insérer depuis dans les annales de chimie, Com. 95. p. 16.)

Ces notions, qui pourtant ne sont que théoriques, démontrent la perfectibilité dont l'art est susceptible. Elles prouvent qu'il existe 31 K d'alcool absolu dans un quintal métrique de sucre. Si on n'obtient pas ces 31 K, c'est la faute de l'art; il faut le perfectionner. Voilà du moins, l'avantage de la théorie; elle est le flambeau de l'expérience.

Chimie
appliquée aux arts.

43.^e leçon.

Samedi 30 avril 1825. 112. 209.
Suite de la fermentation alcoolique. - Des divers
qualités d'alcool.

Formules écrites sur le tableau.

1.^e Alcool réel contenu dans quelques vins.
Expériences de M. Gay Lussac.

	Volumen.
Malaga.	0. 150.
Jurançon blanc. 1812.	0. 152.
" rouge 1811.	0. 137.
Hérault (ordinaire 1820.)	0. 133.
Vauvert (midi)	0. 133.
Cognac (Côteaux 1810)	0. 129.
Graves.	0. 113.
S. Serray.	0. 114.
Auxerre.	0. 113.
Loupiana (le moins riche du midi.)	0. 108.
Macon	0. 100.
Saumur.	0. 097.
S. Julien (Médoc)	0. 092.
Vin commun consommé à Paris à 80. ^c le litre ; tenu moyen de plusieurs.	0. 087.
à 70. ^c "	0. 0833.

2.^e fabrication

Fabrication de l'eau de vie de fécule.

Dépenses.

1^{re} Conversion. (en une journée.)Fécule, 3000 K. à 20^f = 600^fAcide, 75^f à 40. 30.

Eau, 9000. 0

Craie 100. 4.

Houille 600 à 3^f 30.Main d'œuvre 4 h^{rs} à 2^{so}. 10.Soyer K. 3000^f par an de 300^f 10.Intérêt de 6000^f à 10 p^o 20.(a) Revient de 3000 K. sucre mou. 704.2^{re} fermentation. 7^f.Lévure. 7^f.Houille 7^f l'étuve. 3.

2 hommes. 3.

3^{re} Distillation de 18000 litres.Houille 1400 K. à 3^f = 70.Main d'œuvre 3 h^{rs} à 3^f = 9.

Rectification, 600 K. Houille 30.

Main d'œuvre 3.

112.

Produit = 1500 litres Eau de vie. Revient = 900 = 0.
1500(a) Il pourrait y avoir 3300 K. de ce sucre car on en a
un 10^e de plus que le poids de la fécule employée.

Avant de faire connaître les substances qui subissent la fermentation alcoolique ou spiritueuse, dire que la manière de la développer et les modifications qu'elle éprouve, le professeur a répété, à peu près dans les mêmes termes, ce qu'il avait dit, à la fin de la dernière séance, sur la composition du sucre et de l'alcool. ~~(à propos)~~

Les matières les plus propres à la fermentation alcoolique sont le sucre de canne, de betterave et d'érable; ces trois espèces sont identiques; 2^o le raisin, qui contient aussi du sucre, mais en moindre quantité que les plantes précédentes et d'une autre nature; 3^o la fécule de pomme de terre après sa transformation en sucre, comme on l'expliquera plus tard; 4^o les grains céréales, germés ou non; car en Angleterre, en Allemagne et dans d'autres pays septentrionaux, on fait de bonne eau de vie avec des grains non germés, résultats autrefois contestés en France, mais reconnus maintenant. On en fait aussi avec des pommes de terre cuites à la vapeur d'eau, également non germés. En planton ont, dans l'un & l'autre cas, la propriété de fermenter avec la même énergie. La germination a néanmoins l'avantage de rendre plus probable le succès de l'opération; mais dans un atelier bien dirigé, on obtient les mêmes résultats sans germination.

La condition essentielle de la fermentation est la présence d'une substance à laquelle on donne le nom de ferment & dont la nature n'est pas encore bien connue; Ce ferment existe dans les jus de quelques fruits sucrés, notamment dans le raisin; Il existe aussi, ~~abondamment~~ et très-abondamment, dans les grains dont on fait la bière; il

S'en dégage sous la forme d'une écume épaisse connue sous le nom de levure de bière. Après l'avoir lavée pour la débarrasser des substances formant la bière qui peuvent y rester adhérentes, on la fait égoutter et sécher en la soumettant à une pression dans des sacs de treillis, comme la lie de vin. Il faut que cette pression soit lente afin que la partie liquide en sorte seule et n'entraîne pas avec elle une portion de levure, car cette matière est assez recherchée. Les boulangers en font une grande consommation en guise de levain, pour opérer la fermentation panair. Cette pression dure 10 à 12 heures. La meilleure manière de la produire est un levier à bascule dont l'action est modérée.

Le sucre et la fécula convertie en matière sucrée ne contenant pas de ferment naturel, on y supplée autre par la levure de bière pour développer la fermentation alcoolique. La plus récente est la meilleure. Celle qui se précipite au fond de la cuve ou de la chaudière durant la fermentation vaut moins que celle qui reste à la surface; c'est celle qui arrive lorsqu'elle est sophistiquée, ou de la farine ou quelque autre matière étrangère. Elle perd également ses propriétés quand on la fait bouillir dans de l'eau, ou qu'on l'expose à cette température par tout autre moyen; cependant, pour la sécher il faut la soumettre à l'action de la

Chaleur; mais une température de 25 à 30.^e suffit. On peut encore obtenir la dessiccation en l'exposant au soleil, si il est assez ardent.

On pourrait de même y employer le vide, en y joignant une substance propre à absorber l'humidité qui s'en dégagerait, telle que la chaux, le chlorure de calcium, l'acide sulfurique &c.; ces moyens sont usités dans les laboratoires dans des circonstances analogues.

C'est surtout pour la levure qu'on aurait à transporter aux Colonies, ou dans d'autres contrées éloignées, qu'il faudrait faire subir cette préparation. Lorsqu'elle est dans un état de siccité parfaite, elle reste saine & conserve ses propriétés pendant plusieurs années. M.^r Desormes en avait desséchée quelques kilogrammes complètement, en absorbant son humidité avec du papier sans colle; on s'en servit au bout de quatre ans, et elle produisit tous les effets qu'on pouvait en attendre.

Quoiqu'on ait dit plus haut que son immersion dans l'eau bouillante lui fait perdre la propriété de développer la fermentation, elle peut toutefois la recouvrer après plusieurs jours, pourvu qu'elle ne soit restée dans l'eau que quelques minutes; car si elle y restait assez pour s'y décomposer, sa propriété fermentative serait anéantie sans retour.

La présence de l'origine à l'état gazeux est une autre condition indispensable à la fermentation du jus des fruits sucrés; c'est une observation qu'on doit à M. Gay Lussac. En effet, que l'on prenne deux parties de moût de vin tout-à-fait semblables; qu'après en avoir dépourvues complètement l'une de l'air qu'elle contenait, on la mette sous le mercure dans un vase également privé d'air, la fermentation ne sera pas excitée, ou elle s'arrêtera si elle a déjà commencée; mais l'autre partie fermentera convenablement au contact de l'air. En introduisant dans la première une seule bulle d'origine, cela suffit pour établir la fermentation, les autres conditions étant remplies d'ailleurs, telles qu'une température de 28° à 30°. Il paraît que dans cette circonstance l'origine agit comme l'acide ^{nitreux} ~~nitreux~~ dans la fabrication de l'acide sulfurique, par des réactions successives ~~(p. 132)~~ ainsi qu'on l'a expliqué dans la 3^e leçon.

On a appliqué les principes résultant de cette expérience à la conservation des substances alimentaires, surtout des liquides des fruits &c. Si l'on veut conserver du jus de groseille, par exemple, on le fruit on tient le vase qui le renferme dans l'eau bouillante au bain marie pendant quelque temps; on se sert ordinairement, à cet

effet, de vaine de fer blanc bien fermée et dont la surface supérieure est ou devient convexe pendant l'immersion; on connaît à l'apprent ^{après le refroidissement} du vase, si l'air ou du moins son oxygène est absorbé, parce qu'alors la surface devient concave par l'effet de la pression extérieure. On en a conclu que cet oxygène a été absorbé par la substance même, puisqu'il ne se dégage plus et que la fermentation ne se produit plus.

Quoique le ferment existe dans les grains céréales, on est néanmoins dans l'usage d'ajouter de la levure de bière à la liqueur qu'on en extrait, afin d'accélérer la fermentation qui serait fort lente sans cette addition; c'est pourquoi les brasseries nouvelles ne peuvent pas faire beaucoup de bière dans les commencements; mais peu à peu la levure s'amoncelle, et au bout de quelque temps, ils en ont toujours à revendre d'assez grandes quantités.

L'acide sulfureux a la propriété de neutraliser les effets du ferment. Lorsqu'on en met, soit dissous soit à l'état de gaz, dans un moût de vin en pleine fermentation, elle s'arrête de suite. Cette opération s'appelle mutage; on la pratique dans l'extraction du sucre de raisin. On y emploie presque toujours du sulfite de chaux.

est probable que cet acide se transforme dans cette circonstance, en acide sulfurique en se combinant avec la portion d'oxygène qui déterminait la fermentation.

Une température de 12.° au moins est nécessaire pour développer la fermentation spiritueuse; on peut la porter graduellement jusqu'à 28 ou 30.° et la diminuer de même aux diverses périodes de l'opération. Si elle était plus élevée, la fermentation acide succéderait à l'autre qui deviendrait trop rapide, et la totalité du sucre ne se convertirait pas en alcool; il se formerait du vinaigre.

Le contact de l'air contribue aussi à la formation de ce dernier produit; mais avec une haute température, il a lieu même sans ce contact, comme on l'a éprouvé au moyen d'un courant d'acide carbonique qui interdisait à l'air l'accès de la cuve contenant la liqueur fermentante. Il faut donc éviter soigneusement cette élévation de température.

On emploie quelquefois la chaux avec du sucre pour neutraliser la fermentation acide; l'action de cet alcali consiste à se combiner avec l'acide acétique qui peut se former & fait un acétate de

Chaleur; mais ce moyen ne réussit pas toujours.

Dans les vins peu riches en alcool, la fermentation spiritueuse se développe lentement et l'autre peut avoir lieu en même temps, si la température n'est pas à 20 ou 25.^o; pour rendre la première fermentation plus active, on est souvent obligé de chauffer le lieu où elle s'opère, ou même une partie de la liqueur ^{qu'on jette} ~~en~~ ensuite dans la cuve.

Lorsqu'il faut ajouter de l'eau, on doit n'en prendre que de trièr-pure; la matière sucrée à faire fermenter doit l'être également, ^{on irrouverait} ~~on irrouverait~~ aisé que le ferment. ~~on irrouverait~~ une perte notable de sucre sans ces précautions qui ne ^{même} ~~suffisent~~ ^{suffisent} ~~pas~~ ^{pas} toujours pour l'éviter. Enfin la fermentation est une opération ~~extrêmement~~ ^{difficile}. Il importe surtout que la liqueur en fermentation ne quitte jamais si elle s'élève à une température de plus de 25.^o Dans l'hiver, il faut ordinairement chauffer l'atelier; mais quand la fermentation est commencée, le liquide s'échauffe spontanément. La température ne doit pas non plus ~~être~~ ^{être} constamment la même aux différentes périodes de la fermentation; autre est ce un usage nuisible que celui qu'on suit dans la plupart des ateliers, d'avoir

plusieurs cuves dans le même local où l'on ne peut avoir qu'une température. Il conviendrait peut-être que chaque cuve eût sa petite cellule dans laquelle on entretiendrait la ^{chaque} ~~température~~ nécessaire, au moyen d'un courant de vapeur.

Dans la fabrication du vin, il se rattache à la surface du liquide diverses parties solides qui forment une masse convexe qu'on nomme le chapeau; ce sont les pellicules des raisins et les rafles des grappes que soulève le gaz acide carbonique qui se dégage abondamment résultat de la fermentation alcoolique; mais l'air qui s'y trouve mêlé peut déterminer la formation du vinaigre, ou du moins altérer la qualité du vin, même par une augmentation de température, car ces deux causes produisent la fermentation acide indépendamment l'une de l'autre, et plus facilement encore lorsqu'elles sont réunies.

On a imaginé différents procédés pour empêcher le contact de l'air; on a beaucoup vanté entre autres, l'appareil Gervais, invention déjà ancienne, mais qui a été reproduite il y a quelques années. C'est une cuve fermée avec un couvercle bien luté, ayant au centre un tube ou tuyau par lequel se dégage l'acide carbonique, et qui communique avec un

récipient où se condense ^{la vapeur alcoolique} ~~l'alcool~~ qu'on prétend être entraîné par l'acide. Cette disposition est très-bonne pour éviter la formation du vinaigre; ^{mais elle est comme nulle} ~~mais~~ quant à l'alcool dont elle doit prévenir la perte, ^{et qui} il ne fait qu'environ la 400^e partie de celui que peut produire la liqueur; c'est ce que M. Gay Lussac a démontré d'une manière incontestable dans une note qu'il a publiée à ce sujet et qui se trouve dans les Annales de chimie du mois de ~~juin~~ ^{sept} 1821. La température à laquelle s'opère la fermentation ne permet par qu'il se dégage une grande quantité de vapeur alcoolique; la théorie de la formation des vapeurs & celle de la composition du sucre et de l'alcool ~~(voir p. 219)~~ fournissent le moyen d'évaluer avec la plus grande précision la quantité qui doit se produire à cette température. Ainsi, un semblable appareil est loin de donner une économie de 1/3 p. 100 comme l'auteur du procédé l'a annoncée, et par conséquent de compenser la dépense qu'exige son établissement.

On a donné dans la formule ci-dessus ~~(L. 219)~~ l'indication de la quantité d'alcool contenue dans plusieurs espèces de vin; mais ces nombres ne sont exacts que pour l'époque

à laquelle les expériences ont été faites, car la qualité des vins peut varier chaque année; il ne faut donc les regarder que comme approximatives.

Quelques chimistes, et entr'autres Mr. Berthollet, avaient émis l'opinion que l'alcool n'était que le résultat de la distillation du vin par l'ébullition sous la pression ordinaire, et qu'il n'existe pas dans le vin. C'est encore Mr. Jussieu qui a réfuté cette opinion. En mettant du carbonate de potasse ^{solide} dans du vin froid, il est parvenu à en séparer complètement la partie alcoolique; la partie aqueuse était attirée par ce carbonate qu'elle dissolvait, et la distillation étant beaucoup plus dense que l'alcool, cette dernière liqueur occupait la surface d'où il a été facile de l'extraire avec un siphon.

On extrait aussi l'alcool du vin par la congélation et par l'ébullition à la température ordinaire dans le vide. Le premier de ces deux moyens est d'autant plus facile que l'alcool ne se congèle à une température de près de 30°. Sous ce point de vue, tandis que la partie aqueuse passe à

S'état de glace presque aussi promptement que l'eau pure.

Il est donc tout-à-fait hors de doute que l'alcool existe avec toutes ses propriétés dans le vin & autres liqueurs fermentées. La distillation n'a d'autre objet que de le séparer plus facilement des matières étrangères & plus fixes avec lesquelles il est mêlé.

La saveur et la qualité de l'alcool varient avec les vins dont on l'extrait; ceux du Midi en donnent, en général, de meilleurs que ceux du Nord, sous ces deux rapports. Les appareils y contribuent aussi; ~~mais~~ ^{lorsque} ~~le vin est distillé dans un appareil~~ le vin est moins longtemps exposé à l'action du feu, l'alcool en est meilleur. L'appareil de M. Derome remplit ces conditions; le vin s'y distille dans les vases supérieurs au moyen de la vapeur qui se dégage de la chaudière et qui parcourt les diverses parties de l'appareil. Au reste, il en a déjà été parlé dans une des leçons précédentes. (la 30^e) ~~page 142~~ Quelquefois cependant, les matières étrangères et de

circonstances qu'on ne peut pas bien
 définir donnent à l'alcool un goût
 agréable. Elle est, par exemple, l'eau
 de vie de Cognac; la saveur qui la
 fait rechercher des Gourmets est due
 probablement à quelque cause de ce
 genre; peut-être ne l'aurait-elle pas
 avec un appareil plus parfait que
 ceux dont on se sert pour la fabriquer.
 Au surplus, cette saveur n'est pas
 également estimée partout; dans les
 pays Septentrionaux et surtout
 en Russie, on préfère des Eaux de vie
 ayant un goût ~~qui~~ nous paraîtrait
 détestable & une, fort mauvaise ou
~~mais les bons étrangers l'aiment cependant~~
 On les fait avec des grains secs
 ou de la fécule de pommes de terre
 mais leur qualité est plus variable
 encore que celle des Eaux de vie
 extraites du vin. Contrefaisant la 1^{re} distillation
 celle de fécule est ordinairement meilleure que celle de vin.
 Il n'y a plus d'avantage à
 faire maintenant en France de l'Eau
 de vie de grains ou de fécule, car
 le bar prise de celle du vin qui
 coûte aujourd'hui que 1/4^e le 2^e
 et dont la qualité la rend bien
 préférable à l'autre, du moins pour
 les consommateurs auxquels elle

principalement destinée. Cependant on peut rendre l'eau de vie de fécula aussi bonne que celle du vin par diverses manipulations qui lui enlèvent son odeur nauséabonde produite par une huile très-volatile; c'est d'abord en la distillant de nouveau deux ou trois fois après l'avoir mêlée avec beaucoup d'eau, ce qu'on appelle rectification, puis en y ajoutant une forte décoction de thé.

L'odeur produite par l'huile empyreumatique de l'alcool de fécula est tellement insupportable et volatile que M. Clément a été forcé de retirer de son laboratoire un très-petit flacon qui en contenait et d'où il se dégagait des émanations infectes, quoiqu'il fût bouché à l'émeri. Il n'est donc pas étonnant que cet alcool soit peu recherché quand il n'en est que dépourvu. On ne saurait par conséquent prendre trop de soins pour y parvenir, car il ne faut qu'une très-petite quantité de cette huile pour altérer la liqueur.

Notre professeur, qui a été autrefois distillateur de fécula de pomme de terre, et le premier en France, se proposait de nous en expliquer aujourd'hui même la fabrication; il avait tracé à cet effet la 2.^e formule ci-dessus; mais l'heure étant trop avancée, ce sera pour la leçon prochaine. Il nous parlera ensuite des sels ammoniacaux.

224.

Chimie
appliquée aux arts.

44.^e Leçon.

Lundi 2 mai 1828.

Questions sur la filtration et 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.

Formules & figures tracées sur le tableau. (V. la fig. N.^o 30.)

1.^o Saccharification de la fécule.
Fécule 100 K. Acide sulfurique 2 à 3 K.
Eau 250 à 300 K. Craie, comme l'acide.
Température de la colle = 60°.

2.^o Cst de Paris = 7,500,000 K.
Noir en provenant 4,500,000 K.
Valeur produite par 1000000 K. d'os.
En sulfate d'ammoniaque 96,000 K. à 70.^f
le quintal métrique. = 67,200.^f
En charbon animal, 600000 K. à 20.^f = 120,000.
187200.

Bénéfice à 15 p. 100 = 28080.
En os broyés pour l'agriculture,
1000000 K. à 16.^f le q.^{al} = 160,000.

Le Professeur a reçu, à son entrée dans l'amphithéâtre, une lettre par laquelle on lui demande 1.^o Si il serait possible d'entretenir le sirop à une température assez élevée pour en faciliter l'écoulement pendant la filtration par les appareils ordinaires, en y appliquant l'action de la vapeur, ~~après d'être débarrassé de l'eau~~ ~~au moyen d'un appareil~~ du filtre d'Howard qu'on trouve trop cher; 2.^o Comment s'emploie l'alumine dans la décoloration du sirop. (V. 186 et 187.)

Il a répondu que l'application de la vapeur au mode actuel de filtration est impraticable, parce que la disposition des filtres en exigerait une trop grande quantité et que se trouvant en contact immédiat avec le sirop, l'eau qui proviendrait de sa condensation s'y mêlerait & formerait une nouvelle dissolution qu'il faudrait faire recuire; il en résulterait donc une nouvelle perte de sucre, comme cela arrive à chaque cuite, car le sucre est une marchandise qu'on ne peut pas remanier sans un déchet notable. Le filtre d'Howard est dans une enveloppe fermée où circule la vapeur sans être en contact avec le sirop, dont l'état de concentration

n'este par conséquent pas atténué par
 le produit de la condensation de cette
 vapeur qui ne peut pas s'y mêler. Vouloir
 employer les mêmes moyens avec les filtres
 ordinaires, ^{ce} serait une demi-mesure sans
 aucun avantage et peut-être même nuisible.
 Au reste, quoique le Professeur n'ait pas
 vu le filtre d'Howard Démontré, il ne
 croit pas qu'il doive être d'un prix fort
 élevé; mais ceux que cela intéresse
 particulièrement pourront facilement
 s'instruire à cet égard, en consultant
 quelque ingénieur Anglais qui connaît
 le mécanisme de l'appareil. En
 Angleterre, les découvertes se propagent
 rapidement, parce qu'on y fait un
 commerce d'inventions qui est en même
 temps la ressource de ceux qui n'ont
 rien & de ceux qui ne savent rien. Il
 résulte de grands avantages d'un semblable
 commerce qui n'est blâmé que des routiers
 ou des gens dont les intérêts en sont
 lésés; mais la nation y gagne, parce
 que les perfectionnements étant plus répandus,
 les produits coûtent moins aux fabriciens
 et peuvent être livrés aux consommateurs
 à meilleur marché. L'invention est

fait belle chose; mais très-souvent
l'imitation vaut mieux pour la
prosperité d'une entreprise.

L'emploi de l'alumine pour la
décoloration du sirop ne présente pas
plus de difficulté que celui des cendres,
de la chaux, du charbon ou de tout
autre substance servant au même
usage. Après l'avoir délayée dans
de l'eau où elle forme une espèce de
pâte, on s'enlève avec une écumoire
pour la jeter peu à peu dans le sirop.
On se sert d'une écumoire afin que
cette pâte soit moins fluide, pour ne
pas augmenter la partie aqueuse de
la dissolution du sucre. Sans le
raffinage, il faut, autant que possible,
n'avoir que des sirops d'une grande densité.

Nous passons à l'examen des
moyens de convertir la sève de pomme
de terre en matière sucrée pour être
ensuite soumise à la distillation.

La pomme de terre contient,
comme la betterave, fort peu de
matière ligneuse; il y en a tout au
plus 0.015. Le marc qu'on en retire
après l'extraction de la sève est

composé de même élément que la pomme de terre même; en le soumettant à une préparation convenable, on en extrait une nouvelle fécule semblable à celle de la pomme de terre primitive, et qui se convertit également en matière sucrée et en alcool. Notre professeur en fit l'expérience lorsqu'il établit sa distillerie d'eau de vie de fécule en 1818. Un cultivateur de la connaissance l'ayant consulté ^{au commencement de l'hyver} sur les moyens d'utiliser une grande quantité de ce marc dont il ne savait que faire, il lui conseilla de s'en servir pendant l'hiver pour de le faire sécher ^{en l'étendant simplement sur le plan} au printemps, se conserva ainsi très-sain, et après la dessiccation on procéda à l'extraction de la fécule; elle était un peu plus brune que l'autre, comme si elle eût été mêlée d'un peu de son; c'était la matière ligneuse d'une partie et était autre réduite en poudre qui lui donnait cette couleur; mais on fit autant d'alcool et d'autre bon qu'une égale quantité de fécule de première extraction.

Le professeur en fit autre l'essai sur la ^{puis se détermina} production d'une grande quantité de pomme de terre rapée sur une meule de grès dans le laboratoire; il y mêla l'acide sulfurique qui n'attaqua que la partie ligneuse, parce qu'il se trouvait affaibli par la grande quantité d'eau faisant partie du mélange; il en

Donc en séparer le ligneux seul qui ne pèse que 0.01^e du poids de la pomme de terre employée à l'expérience; encore la pellicule faisait-elle la moitié du poids de la matière ligneuse.

La pomme de terre contient 70 parties d'eau, 2^e de fécule, 3 à 4 de substance albumineuse ou matière extractive, et le reste est le ligneux dont on peut faire du papier.

La fécule est la seule de ces matières qui nous intéresse; les autres sont inertes ou nuisibles dans l'emploi qu'on fait de la première pour la distillation. On l'extraît au moyen

Vue au soleil, les grains ^{de la fécule} retombent comme des cristaux. Il ne serait pas impossible qu'ils en fussent en effet, & que ce fût en vertu de la puissance de cristallisation dont on a parlé dans une des leçons précédentes, (la 22^e) que la fécule se sépare des autres principes de la pomme de terre; la précipitation rapide dans l'eau fortifie encore cette opinion.

Ces diverses considérations firent conclure à M. Clément qu'en transformant la fécule en sucre, d'après le procédé du chimiste russe Kirckhoff, connu depuis 1811, mais non encore exécuté en grand, il parviendrait à en extraire de l'alcool. telle est l'origine de la distillerie, la première de ce genre qui fut établie en France.

L'eau de vie qu'on en retire est accompagnée d'une huile infecte, composée

Des expériences récentes ont fait connaître que ces grains de fécule sont formés d'une substance amidonueuse renfermée dans des membranes; ce ne sont donc pas des cristaux. (leçon du 17 mai 1827, la 41^e.)

une raps sur laquelle on fait tomber un filet d'eau qui entraîne les parties brisées de la pomme de terre dans un cuver où la fécule se dépose. On la lave ordinairement deux fois. Il y a des raps d'une grande dimension qu'on ne peut faire mouvoir qu'avec des machines. Une chute d'eau est d'un grand avantage en pareil cas; lorsqu'elle est abondante, une tour hydraulique grossièrement faite peut suffire; car il serait inutile de faire construire à grands frais une machine soignée, quand on n'a aucun intérêt à ménager la force motrice.

(leçon du 17 mai 1827.)

De matières étrangères qui ne sont pas encore bien connues; mais on peut la lui enlever par des rectifications, comme on l'a dit dans la dernière séance. (N. 2. p. 223.) Il serait à désirer qu'on put trouver un moyen d'empêcher qu'elle ne se gât. Cette eau de vie est beaucoup meilleure que celle qu'on extrait de la pomme de terre même, du moins pour les condamnations de nos contrées. Ceux des pays septentrionaux n'en jugeraient peut-être pas ainsi. (N. 2. p. 223.)

Lorsque M. P. vient en fabrication elle se vendait, à 50. grès, autant qu'elle qui est connue dans le commerce sous la dénomination de 3/8 de Montpellier. Son prix était de 26 à 28. f. la vette. On en faisait alors pour 3000. f. par jour.

De toutes les substances produites de la matière sucrée, depuis le raisin jusqu'à la canne à sucre, la pomme de terre est celle qui en fournit le plus et dont on extrait une plus grande quantité d'alcool, c'est à dire, qu'on en retire plus en retirant davantage d'un hectare cultivé en pomme de terre que d'un autre hectare avec toute autre plante. # La pomme de terre est

Il faut en excepter quelques contrées du bas Languedoc où l'on cultive la vigne dans des plaines; le raisin qu'on y récolte est si abondant et si riche en alcool que le produit d'un hectare l'emporte sur celui qui donne la même étendue cultivée en pomme de terre. Mais partout ailleurs

l'agent le plus puissant de la production d'alcool. Voilà du moins ce qu'indique la théorie; mais il n'en faut bien que cela de vrai en pratique. On est loin d'en obtenir tout ce qu'elle en renferme; la sucrerie de la pomme de terre ne donnerait guère que 100 litres d'eau de vie par quintal métrique, comparativement à celui de canne. (N. 2. p. 223. leçon) cependant on n'en retire que 50 litres. C'est la

Il est une autre circonstance qui peut encore survenir les désavantages d'une grande fabrique d'eau de vie de fécula; c'est la concurrence des petites fabrications qui, sortis de la classe ouvrière où ils gagnaient que 2 à 3 francs par jour, se contentent d'un léger bénéfice qui leur en fait gagner 6, lorsqu'ils travaillent pour leur propre compte. Ils n'ont pas besoin d'une grande aide de fonds, car ils peuvent se procurer les appareils et les ustensiles nécessaires pour une somme de 1000 à 1200 francs. Il n'y a pas non plus beaucoup d'emplacement. Au reste, dans toutes les fabrications de produits dont la manipulation est facile, comme dans celle-ci, cette concurrence est funeste aux entreprises modestes sur de larges bases, parce qu'elle exige un capital considérable dont il faut trouver les intérêts dans ces produits. (seconda 17 mai 1827.)

Sur que la fabrication d'eau de vie de fécula fut aussi avantageuse que possible à l'entrepreneur, il conviendrait d'y joindre la culture même de la plante; cette culture, d'ailleurs, est facile et productive, puisqu'un hectare peut fournir 25 à 30000 K. de pulpe de terre. (même leçon.)

encore beaucoup à faire à cet égard; on y parviendra peut-être, quoique la nature a placé dans cette plante plus d'alcool que dans aucune autre. Enfin, quoique le bas prix des autres espèces d'eau de vie, et surtout de celle de vin, s'oppose en ce moment à ce qu'on trouve quelque avantage à la fabrication de l'eau de vie de fécula, il n'est pas inutile de la connaître, parce qu'on peut en perfectionner le procédé. Les circonstances peuvent, d'ailleurs, rendre les vins plus rares et augmenter par conséquent le prix de l'eau de vie, comme en 1815; on pourrait alors se livrer ^{encore} avec succès à l'extraction de celle de la fécula. M^r Chémeant avoue cependant que cette spéculation ne lui a pas parfaitement réussi, sans doute, dit-il, à cause du peu d'expérience qu'il en avait à l'époque où il s'en est occupé, et ensuite parce que le prix des autres eaux de vie n'a pas tardé à baisser considérablement. ~~(et c'est tout)~~

La fécula ne subit aucune altération dans l'eau froide; mais dans l'eau chaude elle forme une espèce de colle qu'on nomme empoir; c'est une nouvelle combinaison de la fécula avec l'eau, un hydrate qui ne peut plus redevenir fécula. Si, en même temps qu'on la met en contact avec l'eau chaude, on y ajoute une quantité donnée d'acide

D'acide sulfurique, ce n'est plus de l'empois qui se forme, c'est une matière sucrée, et le liquide conserve sa fluidité. L'odeur qui, comme on sait, a la propriété de former avec la fécule dans l'eau chaude une combinaison d'un très-beau bleu n'a plus aucune action lorsque l'acide sulfurique s'y trouve. On entre enfin cet acide en ajoutant au mélange ^{de craie} (carbonate de chaux) pour le saturer il se fait un sulfate de chaux qui se précipite, et il reste une liqueur ^{clair et} sucrée ayant la propriété de subir la fermentation alcoolique, à la température de 12 à 15°. C'est, en peu de mots, le procédé de transformation de la fécule en matière sucrée. On l'opère avec un appareil dont la figure est tracée ci-dessous ^{n. 233} et dont voici la description.

- A. Chaudière cylindrique à vapeur au bouillonnant et son fourneau.
- B. Tuyau de transmission de la vapeur.
- C. Baquet plein d'eau que la vapeur doit porter à la température de 60 à 65°.
- D. Tambour en tôle renfermant la fécule, et dont le mouvement la délaye en bouillie, au moyen de l'eau coulant du baquet C. Il est fait intérieurement comme une cage, et son axe est un cylindre percé par lequel la bouillie s'écoule dans le vase qui est dessous.

E. Bécipient dans lequel tombe la bouillie de fécule qui s'est formée dans le tambour.

F. Grande cuve où coule cette bouillie. Elle s'y mêle avec l'acide sulfurique qui coule simultanément du petit baquet G d'où il sort par un tuyau assez étroit pour ne donner qu'un filet proportionné à la quantité à employer.

H. Tuyau transmettant la vapeur nécessaire pour élever subitement la température du liquide dans la cuve, à 70° au moins. Son diamètre est d'environ $0^m 068 = 2$ lignes.

I. Baquet destiné à recevoir ce liquide, après son ébullition dans la cuve; on y met en même temps la craie qui doit saturer l'acide sulfurique.

K. Robinet par lequel on fait couler dans d'autres vases la liqueur sucrée résultant de ces opérations pour la soumettre à la distillation et en extraire l'alcool.

L'application de la vapeur au chauffage du liquide tant dans le baquet C que dans la cuve F, est le moyen le plus économique, d'après ce que nous savons de la puissance calorifique de cet agent; elle offre autre plus de facilité que tout autre procédé de chauffage pour faire passer rapidement à la température

de 70° la bouillie de fécule qui tombe dans la cuve & qui se transformerait en colle, malgré la présence de l'acide sulfurique, pour peu qu'elle restât au-dessous de cette température.

Au moyen des bouilleurs, il ne faut qu'un très-petit foyer, même avec une très-grande chaudière. Celle dont notre professeur s'est servi dans son appareil de saccharification de la fécule avait quatre mètres de longueur. Elle fournissait une quantité immense de vapeur dont la plus grande partie allait dans la cuve de sorte que la bouillie qui y tombait ayant déjà une température de 60 à 65° atteignait promptement celle de 70°. Et de cette manière, la fécule ne formait pas de colle, elle se transformait entièrement en sucre. Ce procédé a ensuite été adopté par un grand nombre de distillateurs de fécule.

Pour compléter la conversion de la fécule en matière sucrée, il faut faire bouillir le liquide dans la cuve pendant quelque temps après le mélange, mais le sucre qu'on obtient par cette préparation de la fécule est tout-à-fait

non par 48 heures, comme le recommandait le chimiste Kirckhoff, auteurs du procédé; 3 ou 4 heures suffisent.

Il faut ajouter qu'il se ~~pourrait~~ ^{sembler} à celui de raisin. On procède quelquefois du gaz nitreux ^{en suite à la fermentation & à la distillation} dans la fermentation du sucre de fécule et de celui par les moyens déjà expliqués dans la dernière séance. Il est bon néanmoins de ~~revenir~~ ^{se} la frair de ces diverses manipulations ont autre été indiqués dans ~~la~~ ^{une} formule de cette séance. ~~(V. la 24^e.)~~

Il n'y a rien à ajouter à cet égard, si ce n'est que le produit en eau de vie n'est pas celui qu'on obtient dans la pratique, c'est celui que donne la théorie.

Avec l'appareil ci-dessus décrit, M. Plement faisait 500^k de sucre de fécule par heure et 6000 par jour. (a)

Il a été question des divers modes de distillation dans les leçons sur la chaleur; (les 18^e, 19^e & 20^e.) ~~Il est donc inutile de revenir~~

(a) Il ne retirait donc qu'environ 960 litres d'eau de vie de ces 6000^k de fécule, et par conséquent moins que le tiers du produit possible, ^{qu'il se} 3000^k peuvent en donner 1500 litres, ~~(V. la 24^e.)~~ ^(V. la 24^e leçon) et qu'il n'en fabriquait que 750^k par jour, ^{par jour} lorsqu'elle valait plus de 28^{fr} la velle, ~~(V. la 20^e.)~~ ^{comme il est} la velle étant d'environ 8 litres, $960 = 120$ qui à 28^{fr} = 3000^{fr}; mais elle ne lui revenait qu'à 18^{fr} = 1800^{fr}, ce qui faisait un bénéfice de plus de 60 p. 100. Aujourd'hui que l'eau de vie de vin coûte moins de 6^{fr} la velle, ^(187 = 5.81. V. ~~la 24^e leçon~~) il y aurait certainement beaucoup de perte à fabriquer de l'eau de vie de fécule, en n'en retirant pas plus qu'autrefois. Toutefois, le prix de 28^{fr} la velle paraît exagéré.

Sur ce sujet, et nous rattacher à celle
de quelques produits chimiques des
matières animales.

Les matières en offrent beaucoup
moins que celles des deux autres
régnes de la nature; cependant ceux
qu'on en obtient n'en sont pas moins
intéressants. Les sels ammoniacaux
sont de ce nombre.

La manière la plus usitée de
fabriquer l'ammoniaque dans les
arts consiste à calciner ou distiller
les os. Autrefois cette fabrication était
avantageuse, lorsque les os ne coûtaient
que 50^c le q^{al} métrique; elle l'est moins
maintenant que la grande consommation
qu'on en fait pour le charbon animal
nécessaire aux raffineries de sucre
a élevé la valeur jusqu'à 8^f. Plus
même, il n'y en aura plus assez pour le
dernier emploi, car on voit par la
formule ci-dessous (~~fr. 224~~) que la quantité
des os qu'on peut recueillir dans une
ville ne doit pas suffire pour satisfaire au
besoin de ce charbon dans les raffineries.
C'est dans la statistique du département

De la Seine, ouvrage important publié
tous les ans par les soins de la
Préfecture, qu'ont été puisés les renseignements
qui ont servi de base à cette formule.

Ce n'est qu'en ville que dans les grandes villes
qu'on peut recueillir les os; dans les villages
cela serait tout-à-fait impossible, sans beaucoup
de dépense, parce qu'ils sont rares; la consommation
de la viande de boucherie qui les
fournit y est trop restreinte. Au milieu
d'une population nombreuse et moins saine
que celle des villages, ils abondent au contraire;
il n'y a pas loin d'un os à un autre; les
chiffonniers qui les ramassent en trouvent
presqu'à chaque pas. Cependant on n'a
pas encore tout ce que la consommation de
viande pourrait fournir; il s'en brûle, il
s'en gère de plusieurs manières, parce
que cela ne paraît pas un objet assez précieux
pour exciter la sollicitude des cuisiniers.
Ainsi, on ne retire pas plus de deux millions
et demi de kilogrammes de noir animal
des os de l'arin, au lieu de quatre et
demi qu'ils pourraient donner. Cette
quantité est bien insuffisante, et il
serait très-utile de trouver une autre
matière qui pût y suppléer; sans cela
le prix du charbon animal augmentera
probablement beaucoup. Ce n'est pourtant
pas à l'arin seulement qu'on en fabrique;

on en fait autre dans quelques autres villes où il existe des raffineries de sucre, et notamment à Marseille, on y porte même des os de fort loin l'année dernière, M. Flément a vu griser de Salence des voitures chargées d'os qui se rendaient à Marseille.

On a trouvé en Auvergne un schiste bitumineux qui, calciné et réduit en poudre, acquiert autre la propriété décolorante, mais à un degré bien moindre que le charbon; il n'en faut qu'un tiers. Or, ce qui importe le plus dans le raffinage du sucre, ~~ce n'est pas tant le bon griser~~ ^{c'est moins} de la substance décolorante que l'intensité de son action; car plus on emploie de cette substance, et plus elle s'imprime de sirop qu'il faut ensuite lui enlever par des lavages qui en font une horrible dissolution qu'on est obligé de faire passer de là, par une autre portion de sucre cristallisable, comme on l'a déjà vu précédemment. (V. p. 197.) Il faut donc chercher les moyens d'accroître la faculté décolorante de la matière qu'on emploie, charbon ou autre. Celui ^{qui est} ~~dont on se~~ de la substance animale dont on se

Sert dans la fabrication du bleu de
Prusse grasse pour être doué de cette faculté
à un degré six fois supérieur à l'autre;
si cela était, il vaudrait douze fois
davantage, d'abord parce qu'il en faudrait
six fois moins, ensuite parce qu'il y
aurait moins de sirop à faire cuire de
nouveau. On croit que c'est la potasse
qui augmente ainsi la propriété de colo-
rante de ce charbon. On pourrait faire
des essais à cet égard avec ^{des} différents
alcalis.

Il y a beaucoup d'ateliers de fabrication
de noir animal où l'on ne recueille plus
les produits gazeux que donne au cours la
calcination des os; il paraît qu'il en est
meilleurs; il doit par conséquent se vendre
davantage; mais ces produits ont eux-
mêmes une valeur à laquelle ~~on~~ ^{il faut} renoncer
quand on ne les recueille pas. Reste à
savoir si l'excédant de celle du charbon
en est un dédommagement suffisant.

Il est plus avantageux aux raffineurs
et fabricants de sucres d'acheter le noir
animal tout préparé dans les fabriques
spéciales que de le faire eux-mêmes,
bien qu'il puisse leur coûter un peu
moins; mais il leur faudrait des

appareils distillatoires, souvent pour n'en produire que de petites quantités, outre que cela pourrait les détourner de soins plus importants à donner à l'objet principal de leur entreprise. C'est ce qui est arrivé à un fabricant de sucre de betteraves. Il en faisait par an 15000 H^{rs} environ pour lesquels il lui fallait 15 quintaux métriques de charbon animal valant 24^{fr} 10^{cs}; mais comme il éprouvait une perte de 6000^{fr} dans la fabrication du sucre il s'imagina qu'il les retrouverait dans celle de son charbon; c'était bien une illusion, car que pouvait-il économiser sur une valeur de 24^{fr} 10^{cs}? tout au plus une 100^{me} de francs. Quelques chiffres le lui auraient prouvé. Dans toute affaire commerciale il faut recourir aux calculs, les arguments les plus spécieux, les apparences les plus séduisantes s'évanouissent souvent en présence des chiffres; ~~mais~~ leur utilité se manifeste dans une foule de circonstances. On en a eu dernièrement un nouvel exemple dans une question sur la manière de placer le condensateur d'une machine à vapeur; plusieurs personnes consultées à cet égard donnèrent toutes une solution satisfaisante; mais on ne put connaître que par le calcul celle qui méritait la préférence.

Dans la leçon prochaine qui sera la dernière du cours, on terminera ce qui a trait aux matières animales & on dira quelque chose de la tannerie.

Chimie
appliquée aux arts.
4^e. Dernière leçon.

Mercrèdi 4 mai 1828.

Suite de la calcination des os. — Du charbon animal. — Des sels ammoniacaux. De la graisse. De la gélatine ou colle forte. — Du lanugo.
formules écrites sur le tableau.

1^o Distillation des os.

1000 K. d'os dégraissés et secs	Donnent
Noir	638.3
huile et goudron	8.3
huile volatile	40.1
Ammoniaque avec de l'acide carbonique, l'équivalent de 77 acide concentré, soit (pur)	21.6
Eau	280.
Gaz en perte	44.8
	1000.

Sulfate d'ammoniaque équival. 96.

2^o Distillation de la corne.

1000 K. de corne	Donnent
Charbon	184. K ^g = 1000 lit. v. g.
huile empyreumatique	190.
ammoniaque	51.30.
Eau	500. "
Gaz K ^g	114.70.
	1000.

Sulfate d'ammoniaque équiv. 230. K

1000 K. sang sec	= 160	Sulfate d'ammon.
1000. urine	= 40	sej

3^e Annage.

42.80. En cuir vert = 80 ^K à 80 ^F =	40. "	
17. " Eau, 100 ^K à 12. =	12. "	
3. " facon main d'œuvre =	3. "	63. "
3.65. Intérêts de 80 ^F pendant 18 mois =	4.80.	
3. " loyer, contributions &c. frais généraux =	3.80.	
72.80. Produit: 27 à 28 ^K cuir sec à 2.60 ^F (28 x 2.60) =	72.80.	
3.65. (plus les débris. (collé, pourri, anné.)	Différence ou profit. . .	9.80.

Cuir de boeufs & vaches tannés en France.

Par an, environ 1 500 000. Valeur env. 90 millions.

En 1823, Cuir sec importé, environ 4 000 000^K.

En 1825 idem 4,500,000.

Dans la dernière leçon et dans quelques-unes des précédentes, on a fait connaître les parties qu'on pouvait tirer des os des animaux en plusieurs circonstances; nous avons vu qu'une de leurs plus grandes valeurs est celle que produit leur emploi comme engrais des terres. (V. 40^e leçon.) Celle du charbon animal qu'on en extrait n'est pas moindre, vu la grande consommation qui s'en fait dans les raffineries de sucre. (V. 41^e & 42^e leçon.) En Angleterre, on ne s'en sert que comme engrais; il s'en fait une consommation énorme, et l'avantage qu'on en retire est considérable.

C'est par la distillation ou calcination des os en vases clos, à l'abri du contact de l'air, qu'on en obtient le charbon. À l'air libre, le résidu charbonneux se brûlerait et ne formerait plus qu'une masse blanchâtre qui ne serait propre qu'à l'extraction du phosphore, objet de peu d'importance pour les arts industriels, car la consommation en est très-limitée.

Quels que soient les appareils dont on se sert dans cette opération, il faut qu'il y ait une ouverture pour le dégagement des gaz qui se produisent. Dans la plupart des ateliers, on y emploie des marmites de terre ou de fer, ayant un couvercle joint pour donner issue aux produits gazeux on met ces marmites pleines d'os dans un four à réverbère ^{faite} à peu près comme ceux de poterie, mais dont le foyer est sous l'air qui est percée de plusieurs trous, afin que la flamme puisse passer & envelopper les marmites ou vases contenant les os à calciner. Un tuyau adapté à la partie supérieure du four est destiné au dégagement des gaz à l'extérieur, soit pour les laisser se dissiper dans l'atmosphère, soit pour les recueillir au moyen d'un appareil convenable. Les marmites de terre ne pouvant servir

On n'utilise qu'un ving-
t la moitié des os qu'on
pourrait recueillir à
Paris et qui ne donneraient
pas moins de 15 millions
de K.^g par an. Il ne se
vendait que 50. le q.
mitrigue, il y a quelques
années; ils valent
maintenant 8. et 50. le
charbon animal fait
à peu près la moitié
des os calcinés, et
par conséquent 3 à 4
millions de K.^g Il se
vend 20. le q.^{al} mitg.
Les os sont la matière
qui convient le mieux
pour la production
du sel ammoniacal
à la grande valeur
du charbon animal
qui en est le résidu.
Tout-éto même vaudrait-
il mieux encore se
borner à ce charbon,
sans recueillir les
produits ammoniacaux;
l'opération et les
appareils en seraient
moins compliqués.

(7 mai 1828.)

qu'une fois, celles de fer sont préférables,
vu leur durée, quoiqu'elles coûtent plus cher.

Les produits gazeux & autres que
fournit la distillation des os, outre le
charbon, sont de la vapeur d'eau, du sous-
carbonate d'ammoniaque, de l'acide carbonique,
du goudron accompagné d'une huile grasse,
de l'huile ~~volatile~~ volatile, connue autrefois
sous le nom d'huile de Dippel, et qui
abonde dans la décomposition de toutes les
matières animales. De tous ces produits,
le sous-carbonate d'ammoniaque est le
seul ayant quelque valeur. Le goudron &
son huile n'ont aucun emploi; l'huile de
Dippel n'en a que très-peu en médecine;
cependant on la recueille, afin de ne pas
répandre une trop mauvaise odeur dans
l'atmosphère où il y en a déjà beaucoup
provenant des autres émanations;
on a essayé de s'en servir comme huile
à brûler, mais inutilement; elle donne
une fumée trop épaisse.

Le sous carbonate d'ammoniaque étant dissous
dans l'eau où on le recueille, mais non dépourvu
d'huile et de goudron, il faut d'abord le transformer
en sulfate; à cet effet, on verse cette dissolution
sur une couche de sulfate de chaux pulvérisé,
qu'on étend sur un filtre métallique; la double
décomposition s'opère, même à froid, et il se forme
du carbonate de chaux solide et du sulfate

D'ammoniaque qui reste dissous et passe à travers le filtre; on y ajoute environ 0.01. D'acide sulfurique pour saturer toute l'ammoniaque dont une partie pourrait se volatiliser.

Pour dépouiller ce sulfate du goudron dont il est chargé, il faut faire concentrer la dissolution par l'action du feu, à une température qui ne soit pourtant pas trop élevée; une grande quantité de goudron forme, à la surface, une écume qu'on enlève avec une écumoire, et une autre portion se précipite, lorsque la dissolution est à un point de concentration ou de saturation convenable. C'est le même phénomène qu'on observe dans la distillation du vin en verre clos qui se sépare l'acide pyroligneux ou acétique du goudron qu'il renferme. (V. 28^e leçon)

Après cette opération, on fait cristalliser le sulfate d'ammoniaque. Quelque fois on l'agite afin d'avoir une cristallisation continue et de petits cristaux qui ne conservent pas d'eau mère contenant encore des matières hétérogènes; mais il vaut autant la laisser s'effectuer paisiblement; la quittance de cristallisation suffit pour purger entièrement de goudron l'intérieur des cristaux.

L'emploi du sulfate d'ammoniaque est de peu d'importance. Il ne s'en fait guères que 60000 k par an; c'est à Paris ou dans les environs qu'on en fabrique la presque totalité; il y en a 3 manufactures

1^{re} une dans la plaine de Grenelle, une autre dans celle de Clichy, et la 3^e près de la barrière des Deux moulins.

Un des usages du sulfate d'ammoniaque est dans la fabrication de l'alun avec les eaux mères des pyrites de Sicardie traitées comme on l'a dit en parlant de cette fabrication. (V. la 39^e leçon) ~~Il~~ sont de cristalliseurs au lieu de sulfate de potasse.

On s'emploie aussi pour en extraire l'ammoniaque, en le traitant par la chaux qui s'empare de son acide. Cependant l'extraction de cet alcali se fait plus ordinairement, par l'action de la chaux également, sur le muriate ou hydrochlorate, connu dans le commerce sous le nom de sel ammoniac.

On prépare ce dernier sel en mêlant le sulfate avec du sel marin; il en résulte une double décomposition, échange de bases et formation de deux autres sels, hydrochlorate d'ammoniaque et sulfate de soude. Celui-ci étant plus soluble, on obtient l'autre par précipitation, puis on le purifie du goudron et des autres matières étrangères qu'il renferme, par une calcination pendant laquelle il se sublime. On le met donc dans de grandes vases en forme de ballons qu'on dispose sur des fourneaux qu'on nomme galères, où l'on peut en placer plusieurs; on fait d'abord un feu modéré sous ces vases, mais on l'augmente graduellement pour

de la Tourbe d'Almonne
contient du sulfate
d'ammoniaque qu'on
peut recueillir suivant
l'ancien procédé Egyptien.
Les résidus de ce
sulfate sont dans
la tourbe qui renferme
des matières animales
et des pyrites de fer.
Ce serait une fort
mauvaise spéculation
que de vouloir retirer les
sels ammoniacaux des
os par le même procédé;
car le charbon animal
serait perdu.

faire volatiliser le muriate d'ammoniaque
qui se sublime au sommet du vase, et y
prend la forme hémisphérique sous laquelle
on le voit dans le commerce. Celles des
matières étrangères qui sont très-fixes, telles
que les sulfates & muriates de soude &c.,
restent au fond des vases sublimatoires; le
goudron seul, qui est très-volatil, s'est
sublimé aussi; la volatilisation précède
même celle du muriate d'ammoniaque dont
la surface se trouve par conséquent un
peu noircie par ce goudron qui s'est
déposé le premier sur le chapiteau du
vase. Au reste, il convient de lui laisser
cette couleur qui le fait préférer par les
marchands, quoique moins pur, parce
qu'il faut toujours satisfaire les consommateurs
surtout être aussi ce goudron le rend-il
plus propre aux usages auxquels on l'emploie.
D'ailleurs, celui dont on se servait autrefois
avait la même couleur; il venait d'Egypte.
Nous avons donc cette d'être tributaire
des étrangers sous ce rapport; mais il
s'en consomme ^{en France} par jour plus de 10000
an. Ainsi, ce produit de la décomposition
des os est un des moindres, et celui qui était
nul, il y a quelques années, le charbon, en
est aujourd'hui le plus important.

Le muriate d'ammoniaque sert dans
la teinture et à décaper les métaux, surtout
le cuivre qu'on veut braser ou étamer.
La suie que produit la combustion

Les os donnent deux autres produits, de la graisse et de la gélatine, lorsque on les fait bouillir dans l'eau. La graisse vient à la surface où elle forme une couche d'une épaisseur variable, suivant la qualité des os. C'est une matière analogue au suif, mais qui n'a pas assez de consistance pour qu'on puisse s'en employer à faire des chandelles. On s'en sert dans la fabrication de quelques savons, ainsi que pour graisser les voitures. Elle se vend 35 à 40. ^{le quintal métrique.}
(N. le 2. 84 52. Lyon du 17. courr.)
Comme cette graisse ne contient pas d'azote, l'un des principaux éléments des produits ammoniacaux, il convient de s'enlever aux os avant d'extraire ces derniers produits.

La gélatine qui est la partie organique des os, peut servir à faire de la colle forte; elle est le résultat d'une longue ébullition dans l'eau, quand on opère sous la pression ordinaire de l'atmosphère; mais avec les vapeurs à haute pression, on l'obtient très-promptement. Il y a une fabrique de colle forte par ce dernier procédé, à Londres. On met les os

concassée dans un grand cylindre de fonte
à moitié rempli d'eau, puis on y
introduit de la vapeur à une atmosphère
et un quart de pression seulement, pour
faire fondre la graisse. Lorsqu'elle est
fondue, on la fait couler hors du
cylindre, au moyen d'un robinet placé
de manière à ce qu'une partie de l'eau
puisse sortir aussi, afin d'être sûr
qu'il n'y reste pas de graisse; ensuite
on y introduit de nouvelle vapeur à 4
ou 5 atmosphères. Les os se fondent en
peu de temps, parce qu'étant broyés
la vapeur les pénètre plus facilement
et ils forment une bouillie gélatineuse.
On la fait évaporer et concentrer jusqu'à
ce que la matière soit solide; alors on
la coupe en petites tablettes qu'on fait
sécher sur des grillages de corde, dans
un lieu bien aéré. Quand elles sont
parfaitement desséchées, elles sont très
dures. Celle est la colle forte ordinaire
extraite des os. Toutefois on en prépare

beaucoup autre avec d'autres matières animales qui ne sont guères propres qu'à cet usage, telles que cognures de peaux, cornes &c., mais toujours par des procédés analogues. Ils consistent d'abord à échauder ces matières pour leur ôter ce qu'elles ont de charnu et qui ne pourrait pas former de la colle. Ensuite on les fait bouillir & fondre dans de l'eau avec certaines précautions; après quoi, on évapore, on concentre et on clarifie; pour cette dernière opération, on emploie de l'alun.

Un autre moyen d'extraire la gélatine des os consiste à les plonger dans de l'acide nitrique ou hydrochlorique, ^{et un peu de quinquina pour enlever l'eau} qui dissout le phosphate calcaire et autres matières salines formant presque la moitié du poids des os; il ne reste alors de substance solide que la gélatine ou le squelette de l'os. On la rend ensuite propre à servir d'aliment, en la traitant par l'eau bouillante et par l'eau froide.

Les frais de fabrication, à cause de la grande quantité d'acide qu'il faut y employer, et qu'on ne peut se servir que d'os choisis et très minces pour que l'acide puisse aliculer les parties. À défaut d'os minces il s'en trouve néanmoins qui ne pourraient prendre des os concassés. Un autre inconvénient consiste en ce qu'on ne retire pas toute la gélatine que les os contiennent; il s'en dissout une partie dans l'acide, surtout en été.

On importe annuellement en France environ 400000 K^g de colle forte; c'est une preuve que les fabriques indigènes ne suffisent pas à la consommation.
(3 mai 1828.)

C'est ainsi que M. Darcey, auteur de ce procédé, l'exécute en grand; mais la gélatine qu'on obtient coûte trop cher pour que cette fabrication soit avantageuse, parce qu'on y emploie beaucoup d'acide; il en faut environ cinq fois le poids des os. Celle dont on se sert comme tablettes à brûler se vend à 5 s. le K^g et ne vaut pas la viande qui coûte quatre fois moins. Cependant il est des circonstances où il peut être agréable d'en avoir, par exemple comme objet d'approvisionnement dans une place assiégée ou dans des voyages maritimes de long cours. (Les détails de ce procédé sont décrits dans le dict. technologique.)
La colle forte qu'on fabrique avec cette sorte de gélatine est plus pure & meilleure que toutes les autres; mais elle coûte aussi bien plus cher, cependant son prix ne couvre pas les produits de la distillation.

Des os & autres matières animales,
dont les quantités sont indiquées dans
les deux premières formules ci-dessus,
sont les résultats d'expériences faites
par M. Hémeut lorsqu'il était
fabricant d'alun. On peut y remarquer
que l'urine fournit une très-grande
quantité de sulfate d'ammoniaque;
Ce serait donc une exploitation avantageuse
si elle n'était pas accompagnée d'un
grand inconvénient; c'est l'odeur
révoltante qui s'en exhale, surtout
pendant son ébullition. Or, comme on
ne peut recueillir la matière première
assez abondamment que dans les
grandes villes, et qu'il ne conviendrait
pas de la transporter fort loin,
l'opération en devient très-difficile.

Le Cannage, dont il nous reste
à nous occuper, est un art sur lequel
il y a peu de détails à donner, malgré
son importance. La théorie est peu

avancée sous les rapports chimiques; mais il y a quelques perfectionnements bons à connaître dans la fabrication du tan.

Le tannage est le résultat de la combinaison de la peau avec une substance soluble dans l'eau et qu'on nomme tannin; ce sont les écorces de certains arbres et principalement celles de chêne qui fournissent cette substance. Le succès de l'opération consiste à introduire ce tannin dans la peau sans la désorganiser; par conséquent, il ne faut pas se servir d'eau chaude, car la peau s'y dissoudrait & se transformerait en colle forte, ce qui ferait un très-mauvais cuir.

Pour pouvoir dissoudre le tannin qui renferme l'écorce, on est dans l'usage de la moudre, en l'écrasant avec un pilon ou une machine quelconque

fait mouvoir dans une auge; il la réduit en poudre semblable à la sciure de bois. En cet état, l'eau la pénètre difficilement, outre quelques autres inconvénients qu'on évite par un nouveau procédé suivi maintenant en Angleterre assez généralement, et que deux ou trois fabricans seulement ont adopté en France.

L'appareil dont on se sert à cet effet est un moulin dans le genre de ceux à café, mais d'une très-grande dimension; la noix est garnie de dents saillantes et la circonférence sur laquelle elle tourne est en fonte. On commence d'abord par enlever l'écorce des branches, et en faire des fragmens de 4 à 5 décimètres de long, avec un cylindre à pointer de Diamant semblable à ceux dont on se sert pour broyer les os. (V. la fig. N^o 28.) Ensuite, on jette cette écorce dans la trémie du

moulin qui la réduit en filasse et non en
poussière; la dissolution du tannin qu'elle
renferme en est plus facile. On a, en outre,
l'avantage de ne pas craindre que le
produit de cette mouture soit mêlé
avec une poussière d'un autre bois qui
ne contiendrait pas de tannin. Ce sont
de ces fraudes que l'on ne permet quelque
fois dans le commerce sur des substances
en poudre, entre autres sur la garance
sans qu'on puisse les reconnaître,
fraudes toujours très-condamnables,
mais elles sont plus difficiles, lorsque
les substances sont entières. Quoique
l'écorce soit en filasse, on en reconnaît
aisément l'origine et la qualité.

Un tanneur de Paris à qui M.
Clément a fait connaître ce procédé, et
y a quelque temps, doit s'associer
incessamment avec M. Salleron pour
faire construire un moulin de ce genre
qui sera au service de tous les
tanneurs. Il y aura une cellule pour
chacun, comme aux abattoirs pour
les bouchers; on y déposera l'écorce

avant et après la mouture. On peut mouler environ 100 K.^g de tan par heure avec un moulin mû en mouvement par un seul cheval; on en fera bien davantage avec une machine à vapeur. Ce sera une amélioration considérable dans le commerce du tannage à Varin. (*)

La transformation de la peau en cuir est l'ensemble de diverses opérations qui ont pour objet d'en enlever le poil et l'épiderme, de la gonfler pour la rendre plus épaisse et plus capable de recevoir dans ses pores le principe végétal nommé tannin qui en fait un cuir imputrescible.

La première de ces opérations consiste à laver les peaux et à les écorner. A cet effet, l'emplacement le plus avantageux pour une tannerie est sur les bords d'une rivière.

(*) Dans la leçon du 16 février 1826, le professeur a dit que ce moulin existe maintenant à Varin; il est mû par une machine à vapeur de 12 chevaux, et donne 17000 kilogrammes d'écorce moulue en 12 heures. Il pourrait en fournir au moins 24000 K.^g

La deuxième est l'extraction du poil, ce que les tanneurs appellent débourrement. On y procède en plongeant les peaux pendant quelques jours dans une dissolution acide ou alcaline très-étendue, on y emploie, soit de l'eau de chaux, soit de l'eau aigrie par une fermentation acide de farine d'orge & de levure, ou par une semblable fermentation excitée au moyen d'un peu d'acide sulfurique ou d'acide acétique. L'écart de son contact avec de l'écorce de chêne épuisée de la matière tannante ce qu'on appelle aussi tannée ou tan usé. Cette dissolution ramollit le tissu, et l'épaissit plus ou moins, suivant la durée de l'immersion. L'extraction des poils et de l'épiderme en est aussi plus facile. Quand on se sert d'acide sulfurique, y a 8 hectogrammes (16 lb.) suffisent par cuir.

Quelques tanneurs opèrent le débourrement à l'échauffe, en mettant les peaux les unes sur

les autres, et en les exposant à une température de 30 à 35° qui leur fait subir une fermentation et une décomposition spontanée produisant le même effet que les dissolutions alcalines ou acides. L'autre procédé paraît préférable.

Une seconde immersion est souvent nécessaire après toutes les manipulations qui ont enlevé les matières étrangères à la peau proprement dite, pour le cuir à semelles qui doit être plus épais; il en devient propre à recevoir une plus grande quantité de tannin.

Quand ces diverses opérations préalables sont terminées, on met au fond d'une fosse, qui est une cuve en bois ou en maçonnerie d'environ 2^m 5. de profondeur et 3 de diamètre, une couche de tan usé de 0.15 d'épaisseur, puis une autre de tan neuf dont l'épaisseur est d'un 5. de la première, 0.03; on étend une peau sur cette couche; on la recouvre d'une seconde

couche de tan neuf sur laquelle on étend une seconde peau, et ainsi de suite alternativement jusqu'à ce que la fosse soit pleine. La dernière couche est de tan usé comme la première et de la même épaisseur. Après l'avoir foulée aux pieds sur toute la surface, on introduit l'eau dans la fosse par un tuyau qui aboutit à sa partie inférieure; elle monte et dissout le tannin que les peaux absorbent. Au moyen d'un courant continu et bien ménagé, tout le tannin que contenait l'écorce est dissous et combiné avec la peau; ce qui dure environ 4 mois au bout desquels il faut renouveler les couches de tan; la dissolution et l'absorption de celui-ci étant également opérées après le même laps de temps on le renouvelle une 3^e & une 4^e fois de sorte qu'il ne faut pas moins de 16 mois de contact des peaux avec le tan pour avoir du bon cuir; on

ajoutant deux mois pour le sécher
et les autres manipulations préparatoires,
on voit que ce n'est qu'au bout d'un
an et demi que le cuir peut être
livré au commerce, ainsi qu'on l'a
indiqué dans la 3^e formule ci-dessus.
Cette opération était bien plus longue
par l'ancien procédé qui consistait
à laisser les peaux entre deux couches
de tan sans le dissoudre; il fallait
que le tannin s'introduisît spontanément
dans la peau, ce qui ne s'effectuait
guères qu'en 3 ou 4 ans, tandis que
maintenant la dissolution en favorise
et accélère la combinaison. Il y
a même des tanneurs qui l'accélèrent
bien davantage en plongeant les
peaux dans une dissolution préalable
de tan qu'on renouvelle plusieurs fois.
Quelques semaines suffisent par ce
procédé; mais on a remarqué que
les cuirs qui en proviennent ne sont
pas d'aussi bonne qualité que les

Et pour reconnaître si
un cuir est suffisamment
tanné, on le coupe sur la
tranche, et si on aperçoit
une ligne ou veine blanche
vers le milieu de l'épaisseur,
la peau n'est pas encore
saturée de tannin.

(3 mai 1828.)

autres, parce que le tan ne pénètre
pas assez dans leur intérieur. Et

Le séchage est bien perfectionné
maintenant; on y fait concourir l'air
froid et l'air chaud, par le moyen
d'un poêle ou d'un calorifère.

Le compte de fabrication donné
par la 3^e formule a été établi
d'après des renseignements communiqués
par un tanneur et qu'on a lieu
de croire exacts. Le bénéfice
n'est pas grand; mais il est à
peu près certain, car la profession
de tanneur n'est pas assujettie à de
grandes chances de gain ou de perte.
Cependant il peut varier de
quelque chose en plus ou en moins
suivant le cours des prix et le
plus ou moins de soins ou de
juice dans la fabrication. (a)

(a) le bénéfice étant de 9.80^c. pour 18 mois sur une
mise de fonds de 63^l., cela équivaut à plus de 10%
par an, uniquement pour les soins donnés, puisque
les intérêts du capital sont déjà compris dans le
départ.

On a imaginé depuis peu, en Angleterre, un nouveau procédé de tannage qui s'exécute avec une rapidité incrovable. Il ne faut que dix minutes pour tanner un cuir entièrement, quelle que soit son épaisseur. C'est par l'application du système de haute pression qu'on y parvient, système dont M. Parkin est l'auteur. Mais on ne peut pas tanner les peaux entières par ce procédé; on est obligé de les couper en morceaux quarrés pour en diminuer la superficie. On attache ces morceaux deux à deux, l'un sur l'autre, en les réunissant avec des tringles et un chassin, de manière

dépendre. Ainsi, c'est un capital placé à 16 p 100, et dans une entreprise qui n'est nullement hasardeuse. Un semblable bénéfice me paraît fort raisonnable, et je dirai comme dans la note de la 29^e leçon, qu'il faudrait être difficile pour n'en être pas satisfait. Ajoutons qu'on n'a pas compte dans les produits la tannerie et les débris qui ont pour tant quelque valeur.

N^o. On lit dans le gal. du commerce du 8 fév 1822 qu'un tannier de Brives a extrait de la myrtille, plante désignée par Linné sous le nom de *Myrtium myrtillus*, un tan beaucoup meilleur que celui de chêne, faisant un cuir meilleur et qui reste quatre mois de moins dans la fosse.

à en former des espèces de sacs
dans l'intérieur desquels on introduit
une dissolution de tannin, de jus de
tan; elle y est pousée avec une pompe
qui exerce une pression assez forte
pour que l'eau puisse traverser la
peau où elle laisse le tannin qu'elle
tenait en dissolution. Au surplus,
le procédé et ses effets ne sont pas
encore bien connus; il n'en a été fait
qu'une ainsi dire, que des essais jusqu'à
présent. (b) Il est donc prudent
d'attendre les résultats avant d'y
employer des capitaux qui pourraient
être aventurés; car il y a quelques
préjugés qui paraissent fonder contre
ce procédé; d'abord, la forme des
cuirs qui en proviennent les rend
faciles à connaître et peut-être
plus difficiles à vendre, par l'effet
seul de la prévention, fussent-ils
de la même qualité que les autres

(b) Le procédé du tannage des cuirs par
compression est décrit avec beaucoup de détail
dans la France commerciale du 30 avril 1846.

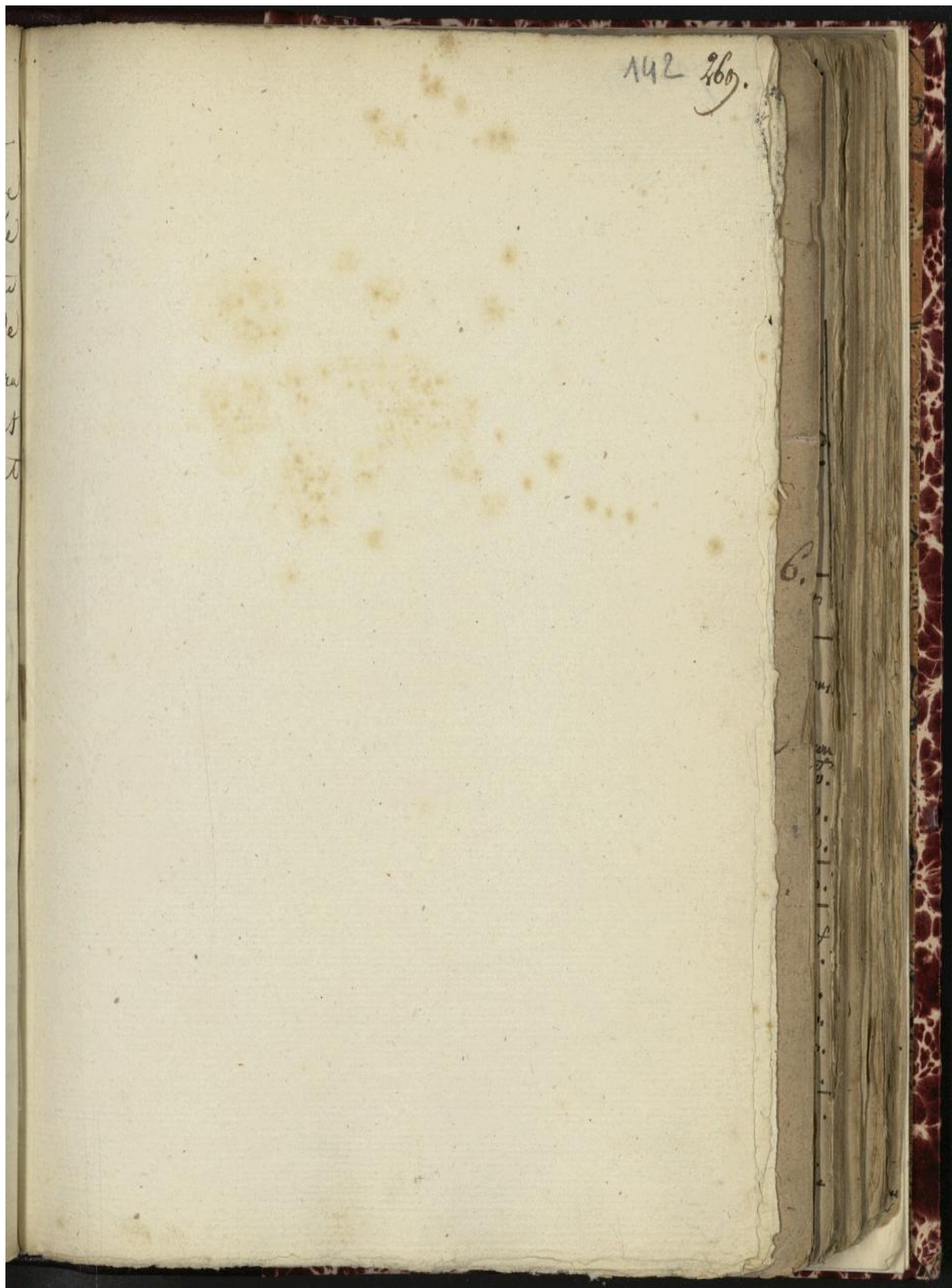
Le gal des connaissances utiles 1838, pag 46, décrit un
procédé très-expéditif de tannage des cuirs par
marc de raisin.

ensuite, la peau, qui n'a pas une force égale par tout, pourra être fort amincée, ou même dictivée, par suite de la haute pression qu'elle devra subir. On peut ajouter que la nécessité de couper les cuirs occasionne des rognures qui donnent peut-être un déchet de 5 à 6 p. 100. Quant aux frais de main d'œuvre, ils seraient à peu près les mêmes ou compensés par la dépense des appareils. Ainsi, il n'y aurait d'économie que sur une partie de l'intérêt du capital; encore n'est-il pas certain qu'elle ne soit pas absorbée par les déchets. Ces considérations doivent par conséquent retenir ceux qui, séduits par le bon côté de la chose, seraient tentés de l'adopter, d'autant plus que l'appareil nécessaire pour son exécution exigera probablement une assez forte mise de fonds. Les innovations ne sont pas toujours avantageuses; il ne faut pas s'y livrer aveuglément.

Dans le cours de cette année
 que la leçon d'aujourd'hui
 termine, nous avons dû remarquer
 la direction que le professeur s'est
 efforcé de donner à la Chimie
 industrielle. Il a voulu attirer
 notre attention uniquement sur des
 choses utiles; il ne nous a entretenus
 que de celles dont on peut retirer
 quelque profit, de celles enfin qui
 intéressent le plus la société.
 Il n'a pas pu entrer dans de grands
 détails sur les matières qu'il a
 traitées; on ne peut guères
 spécialiser dans un cours purement
 théorique. Il a néanmoins insisté
 davantage sur les arts dont les
 produits sont les plus importants.
 C'est-il en même temps modèles à sa
 disposition, et les moyens de faire
 des expériences sous nos yeux comme
 il en a plusieurs fois témoigné verser
 le désir, il n'aurait pas pu ajouter
 beaucoup aux notions qu'il nous

a donner. Il faut surtout voir
les ateliers et les appareils en
activité; il faut pratiquer, manipuler;
c'est ainsi qu'on apprend véritablement
quelque chose. L'instruction orale
a sans doute de grands avantages;
mais elle est loin de suffire; elle ne
sert qu'à préparer les esprits, à leur
imprimer une direction. Depuis
quelques années, ils manifestent,
dans tout le pays, et surtout en
France, une grande tendance vers le
développement et le perfectionnement
de l'industrie. Les circonstances
sont donc extrêmement favorables
aux jeunes gens qui veulent s'y
livrer et qui y porteront les
connaissances nécessaires. Ce ne
sont pas les capitaux qui manquent,
ils surabondent; ce sont les bras.
Si des entreprises utiles échouent
ou languissent, c'est presque toujours
faute d'ouvriers, et rarement faute
d'argent.

Après cette péroraison que
 l'auditoire a accueillie par de
 nombreux applaudissements, le
 professeur a annoncé qu'un autre
 cours s'ouvrira dans le mois de
 novembre prochain. Il y traitera
 quelques questions nouvelles, et
 quelques-unes de celles qui ont
 fait l'objet de celui-ci.



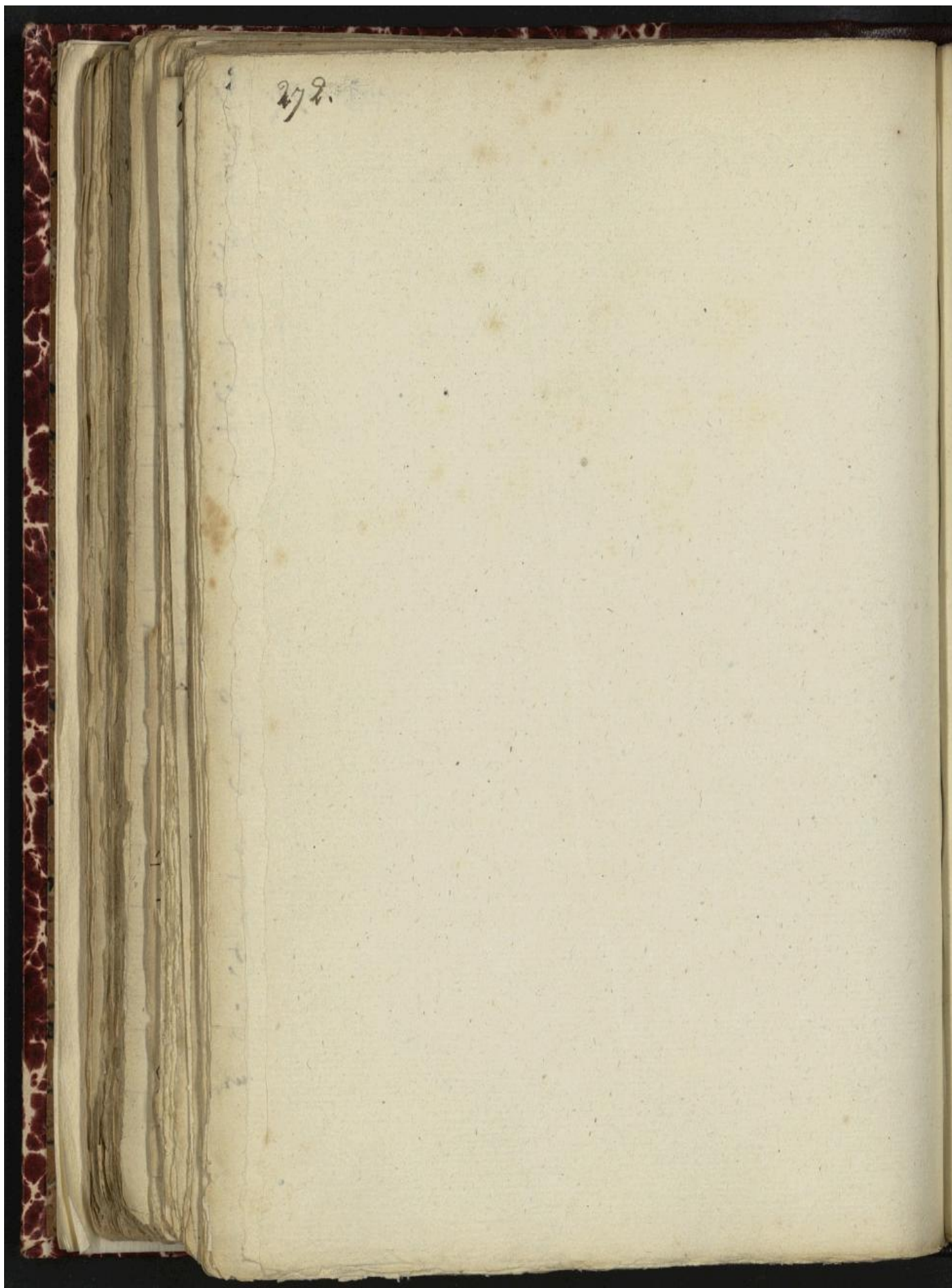
270.

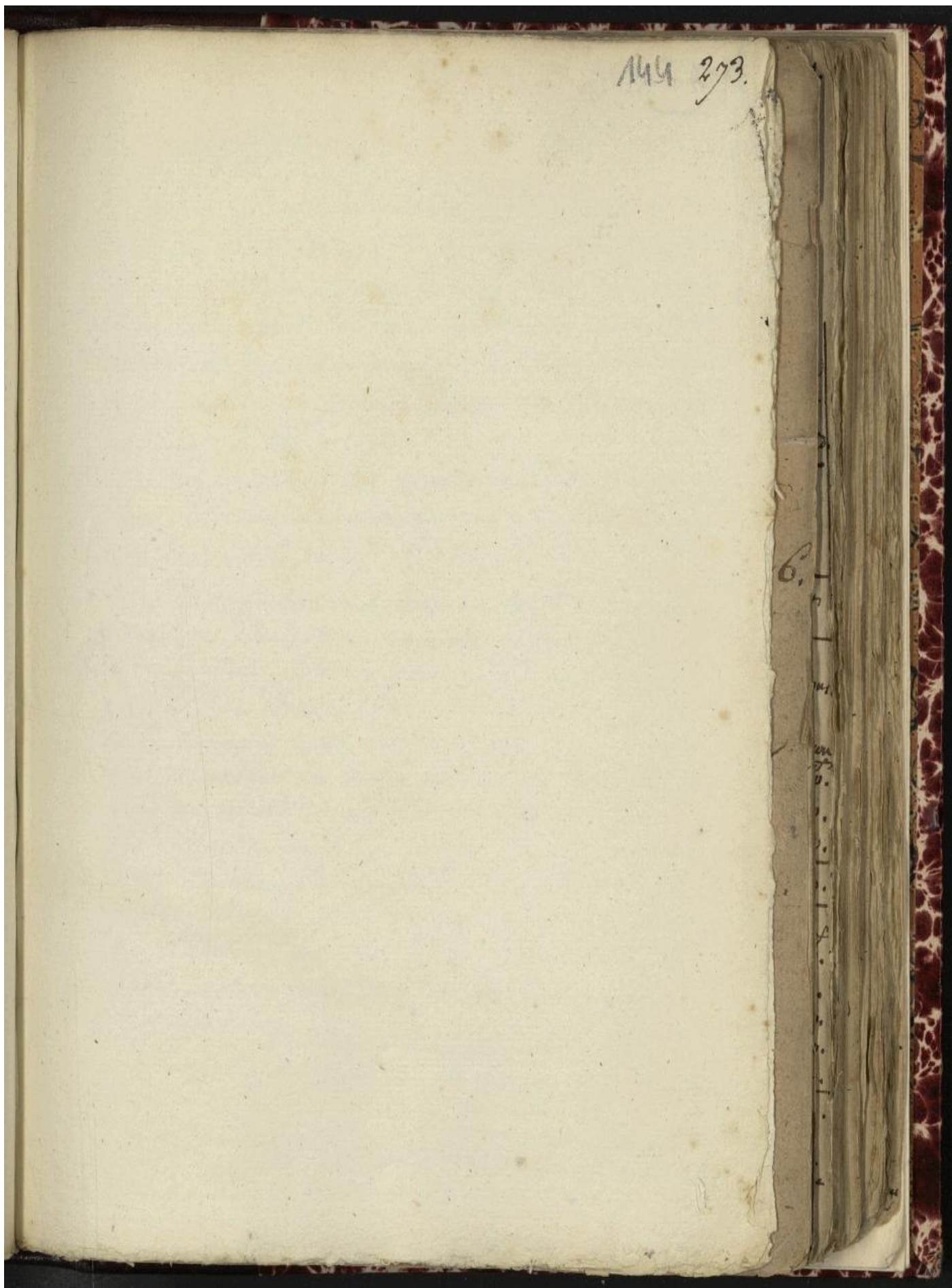
143 271. 3.

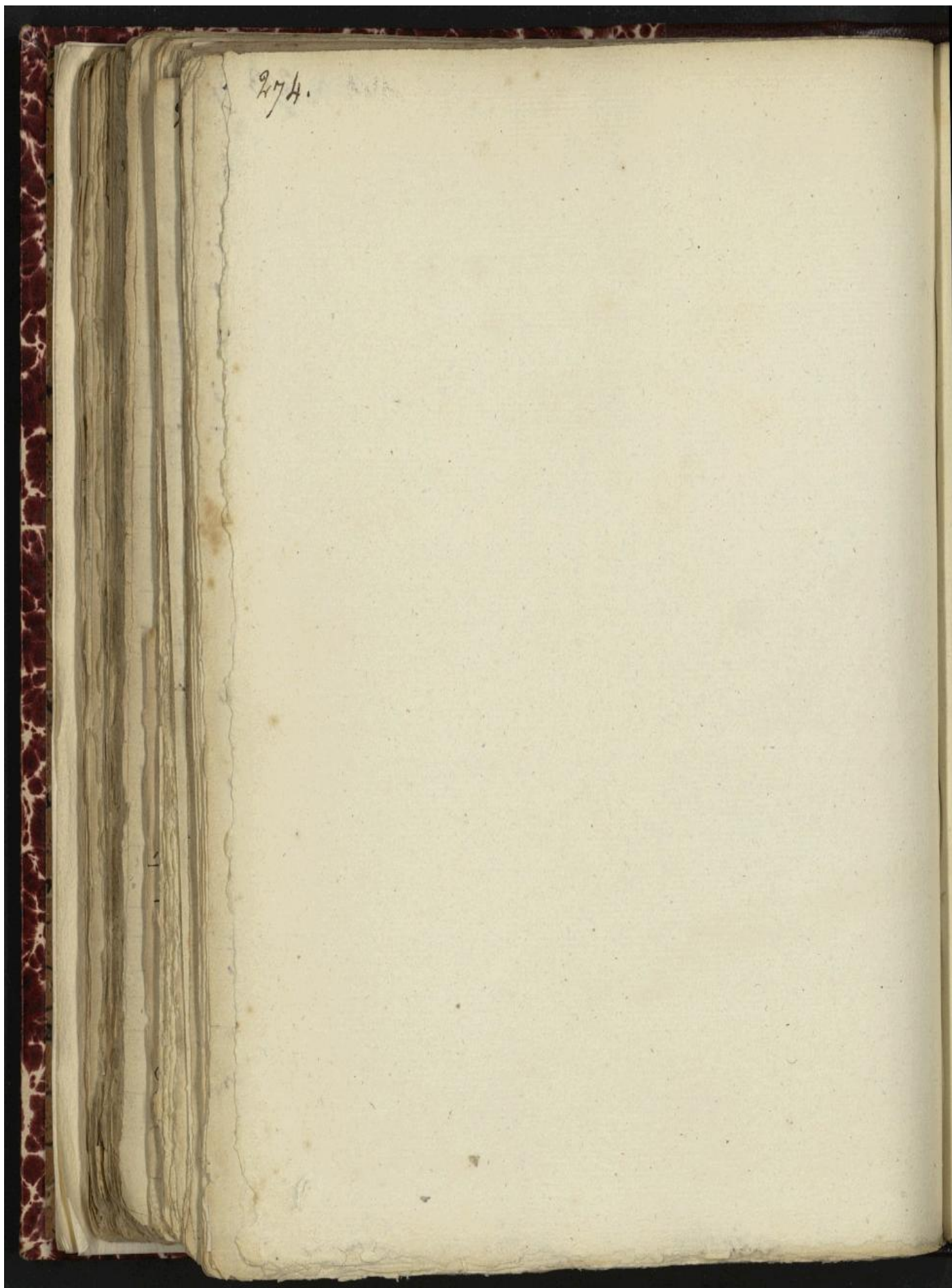
6.

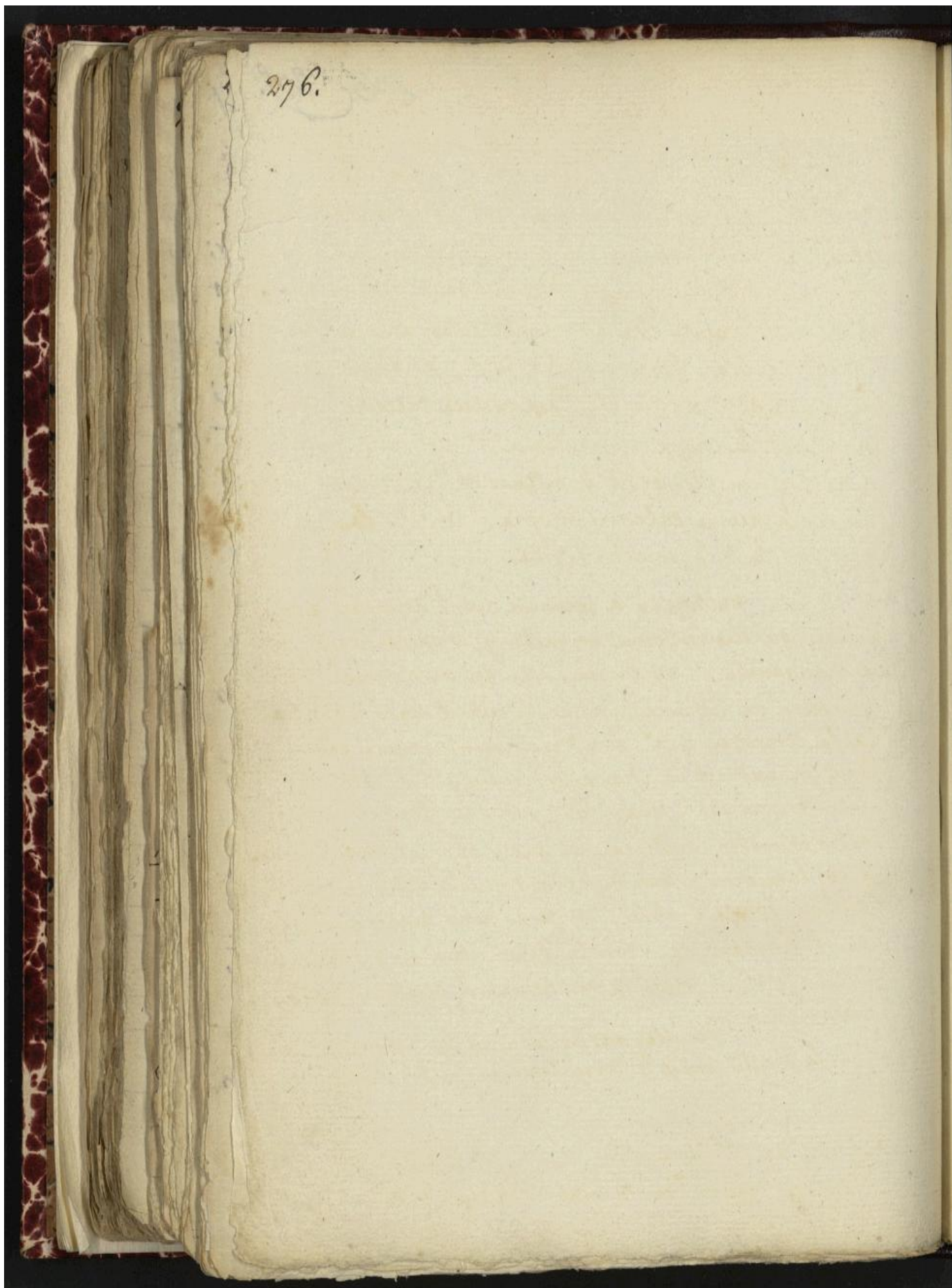
141.

271.
D.









Paris, le 21 avril 1828.

146 277.

M^r.

Parmi les sujets intéressans dont se composait votre leçon de Lundi dernier, on a pu remarquer ce que vous avez dit des propriétés de la chaux hydraulique et de celles peut-être plus importantes encore du ciment Parker. Vous nous avez fait connaître ensuite la composition artificielle des pierres calcaires qui fournissent la chaux hydraulique, et vous avez démontré aussi combien il serait avantageux de trouver en France la pierre calcaire propre à fournir la poudre dont on fait le ciment Parker.

Mais puisqu'on a reconnu par l'analyse de cette pierre, qu'elle renferme un mélange d'oxyde de fer et de manganèse, (c'est du moins ce qu'on enseigne dans les cours de chimie) (a) ne serait-il pas possible de la composer aussi artificiellement, comme celle dont on extrait la chaux hydraulique? C'est une idée qui m'est venue, M^r, en méditant sur ces intéressantes matières, et que j'ai cru devoir soumettre à vos lumières, sans autre but que le désir de proposer quelque chose d'utile; car pour moi, ainsi que j'ai eu l'honneur de vous le dire dans une autre lettre, je suis forcé de me borner à quelques notions théoriques. Veuillez agréer la nouvelle assurance de la haute considération avec laquelle j'ai l'honneur d'être, M^r.

(a) N. 104 du 1^{er} Volume de la 2^e partie du Cours de M. Dulong, leçon du 9 avril 1824 et du 20 avril 1828. On l'a dit en effet au cours de chimie de la faculté des Sciences.

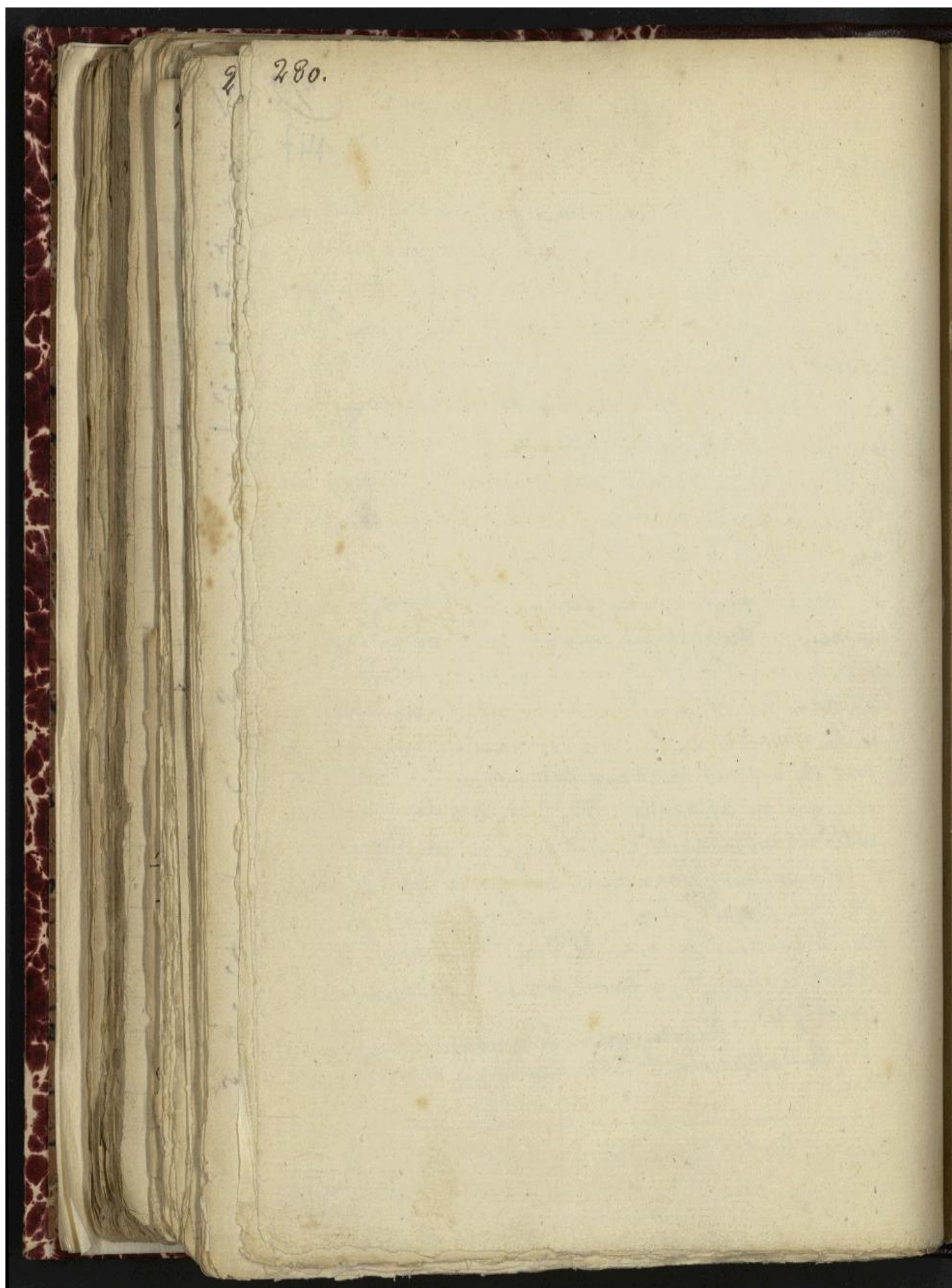
Paris le 21 avril 1831.

Je vous prie de m'excuser de ne vous avoir rien écrit depuis si longtemps. Je suis très occupé par les soins de mon cabinet, et par la préparation de mon ouvrage sur la chimie. Je vous envoie ci-joint un petit ouvrage sur la chimie, que j'ai écrit pour mes élèves. Je vous prie de m'excuser de ne vous avoir rien écrit depuis si longtemps. Je suis très occupé par les soins de mon cabinet, et par la préparation de mon ouvrage sur la chimie. Je vous envoie ci-joint un petit ouvrage sur la chimie, que j'ai écrit pour mes élèves.

Je vous prie de m'excuser de ne vous avoir rien écrit depuis si longtemps. Je suis très occupé par les soins de mon cabinet, et par la préparation de mon ouvrage sur la chimie. Je vous envoie ci-joint un petit ouvrage sur la chimie, que j'ai écrit pour mes élèves. Je vous prie de m'excuser de ne vous avoir rien écrit depuis si longtemps. Je suis très occupé par les soins de mon cabinet, et par la préparation de mon ouvrage sur la chimie. Je vous envoie ci-joint un petit ouvrage sur la chimie, que j'ai écrit pour mes élèves.

Je vous prie de m'excuser de ne vous avoir rien écrit depuis si longtemps. Je suis très occupé par les soins de mon cabinet, et par la préparation de mon ouvrage sur la chimie. Je vous envoie ci-joint un petit ouvrage sur la chimie, que j'ai écrit pour mes élèves.

279.
147



2^e cours.

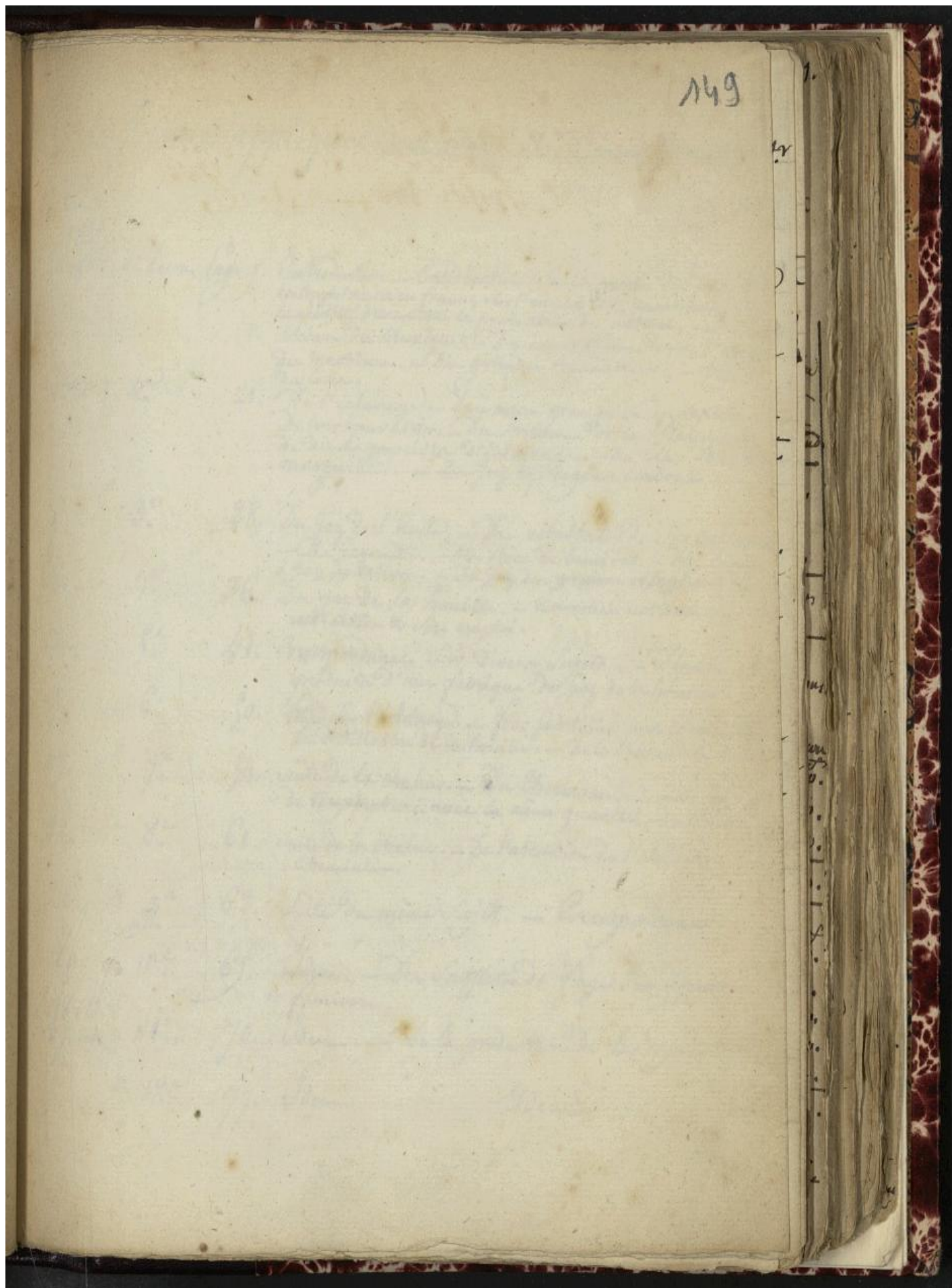
148

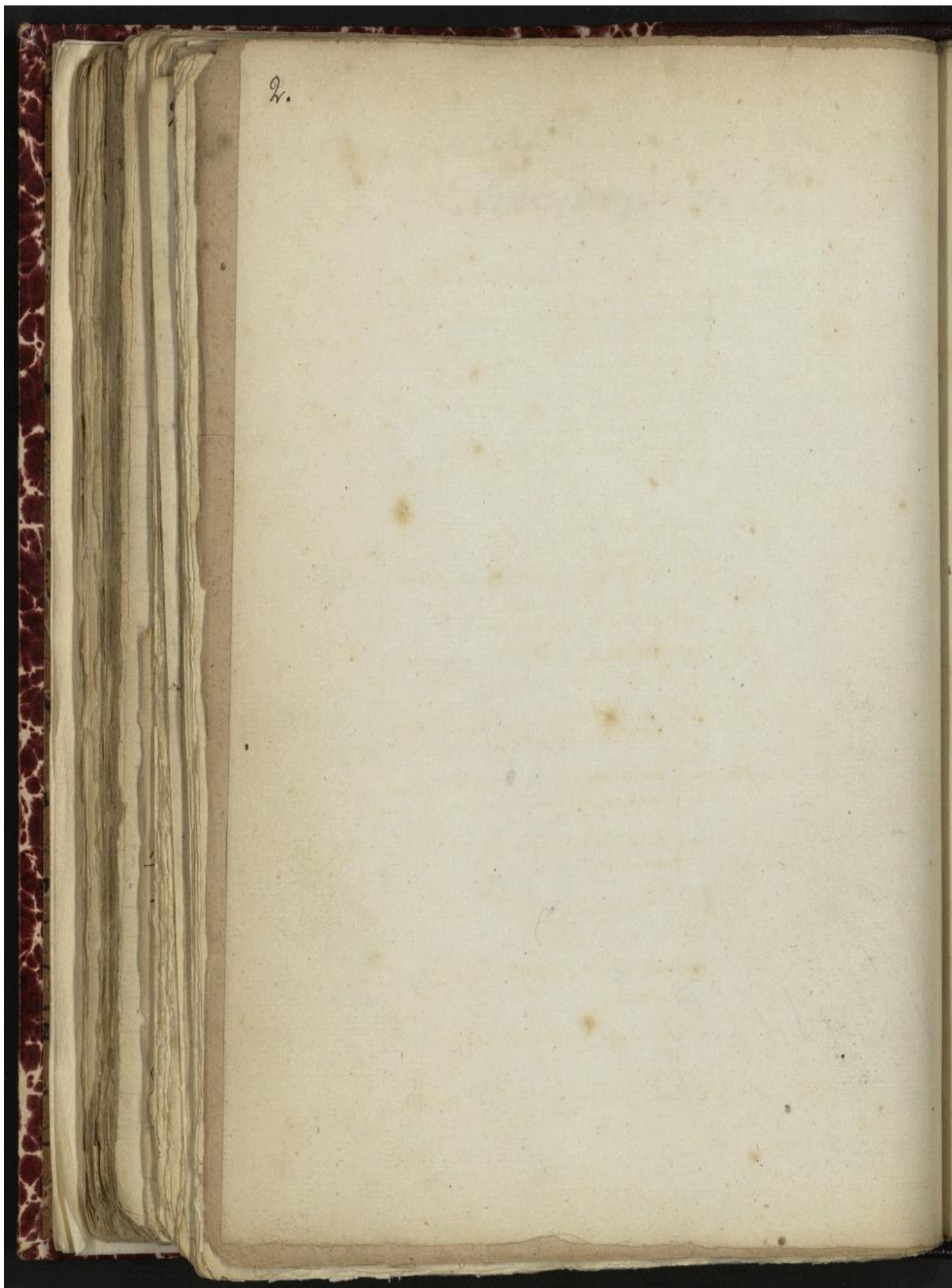
Primie
Appliquée aux arts.

Journal
(pour l'art) Du Cours de 1825 à 1826.
par J. M. Traudot.

M^r Clément Desormes
Professeur.

Baudot, Rue de
Chartres n.º 8.





150 3.

Chimie appliquée aux arts. M^r Clément Desormes, Prof^r

1828.	1 ^{er} fév.	Page 9.	Introduction. — Considérations sur les progrès de l'industrie en Angleterre & en France, sur l'emploi des machines, sur la nécessité d'accroître la production des métaux. — Du Miner du Mexique. — Des innovations dans l'usage des machines. — Des grandes Moudoirs. — Objet du Cours.
1 ^{er} 2 ^{ème}	2 ^e	21.	De l'éclairage. — Du corps gras qu'on y emploie. — De leur épuration. — Du Magma de la Flamme. — De divers procédés d'éclairage. — De la Bougie margarine. — Du Gaz hydrogène carboné.
3 ^e	3 ^e	28.	Du Gaz de l'huile. — Des résultats de son extraction. — Du Gazomètre. — Des Recs de lumière. — Des lampes à Gaz portatives. — Du Gaz du grain ou d'agencement.
8.	4 ^e	36.	Du gaz de la houille. — Nouvelles notions sur son extraction & son emploi.
12.	5 ^e	41.	Correspondances sur divers Sujets. — Dépense et produits d'une fabrique de Gaz de la houille.
15.	6 ^e	50.	Suite sur l'éclairage. — Sous substitut aux cornues dans la distillation de la houille. — De la Théorie de la chaleur.
19.	7 ^e	54.	Suite de la chaleur. — Du Thermomètre. — De la Différence de température avec la même quantité de chaleur.
22.	8 ^e	61.	Suite de la chaleur. — De l'ascension de l'air dans un cheminée.
26.	9 ^e	62.	Suite du même sujet. — Correspondances.
29.	10 ^e	65.	Idem. — Des soufflets de forge. — Appareil fumivore.
1826.	11 ^e	70.	Idem. — De la production de la vapeur.
2 ^{ème} Janv.	12 ^e	77.	Idem. — Idem.

4.			
1826.	Leçon. Roger.		
9 Janv.	13 ^e	81.	De la puissance mécanique et des loix constitutives de la vapeur.
12.	14 ^e	83.	Idem.
16	15 ^e	85.	Idem.
19.	16 ^e	88.	Idem et principalement de la détente. (Corresp.)
23.	17 ^e	90.	Id. & principalement des chaudières.
26.	18 ^e	97.	Id. Id. - Du résidu de l'eau vaporisée. - Des soupapes de sûreté.
30.	19 ^e	107.	Id. De la vitesse de la vapeur. - Des orifices d'écoulement moyens d'alimenter les chaudières.
2 fév.	20 ^e	113.	Id. De la condensation de la vapeur et de sa détente. Correspondance.
6.	21 ^e	121.	Id. Correspondance. - De l'emploi des machines à vapeur pour l'élevation des eaux.
9.	22 ^e	127.	Id. De la puissance mécanique réalisée dans les machines à vapeur.
13.	23 ^e	134.	Id. Correspond. - Des emplois de la puissance mécan. de la vapeur. - De la monture d'abî.
16.	24 ^e	141.	Id. Idem. - Idem. - Des chutes d'eau comparées aux machines à vapeur. - Des papeteries. - Des filatures. - Des blancheries.
20.	25 ^e	149.	Id. Id. De l'élevation de l'eau par les machines à vapeur. - De l'applic ^{on} de la vapeur à l'artillerie. - Consid ^{on} sur l'emploi des div ^{rs} machines.
23.	26 ^e	159.	Id. Id. De la puissance mécanique des vapeurs d'alcool et d'éther. - De celle de l'hydrogène carboné.
27.	27 ^e	167.	De la puissance mécanique de l'acide carbonique. - De l'emploi de la vapeur pour chauffer les bains de teinture.
2 mars	28 ^e	177.	Du raffinage du sucre & de l'application de la vapeur à la cuisson du sirop.

1826. Journ. Page.

6 mars. 29. 180.

Correspondance. - Suite du raffinage du sucre.
- De l'emploi de la vapeur dans la fabrication de la bière.
- et dans l'appret des étoffes.

9 id. 30. 189.

Correspondance sur divers sujets et notamment
sur le raffinage du sucre. - Du chauffage des app.

11 id. 31. 198.

Suite du chauffage des app. - De la cheminée
- Des poêles, Des Calorifères.

13 id. 32. 201.

32. Du chauffage des app. - De la production et conservation de la
vapeur. - De la production et conservation de la
glace.

16 id. 33. 212.

Correspondance sur le chauffage des app. - De la
fabr. du fer. - De la fonte.

18 id. 34. 220.

De la production de la vapeur par détonation. -
Suite de la fab. de la fonte.

20 id. 35. 227.

De la fabrication du fer forgé.

23 id. 36. 229.

De l'acier. - De sa fabrication & de son usage.

26 id. 37. 231.

Correspondance sur le ciment & la trempe de l'acier.
- De l'affinage de l'or et de l'argent. - De la potasse.

1. avril. 38. 239.

De l'absorption de l'acide sulfurique produit dans l'affin.
de l'or et de l'argent. - De la fab. de la soude.

3 id. 39. 244.

Suite sur l'affinage de l'or & de l'argent. - De la
chaux, des mortiers & du ciment.

4 id. 40. 248.

De la fabrication de l'acide sulfurique.

6 id. 41. 250.

De la fabrication du verre. - Notions générales.
- Du verre à vitres.

7 id. 42. 266.

Suite de la fab. du verre. - Du verre à bouteilles.
- Du cristallin.

8 id. 43. 276.

De la fabrication des briques et de la poterie. - De
la mouture du grain. - ~~Compte~~ De boulangerie.

10 id. 44. 291.

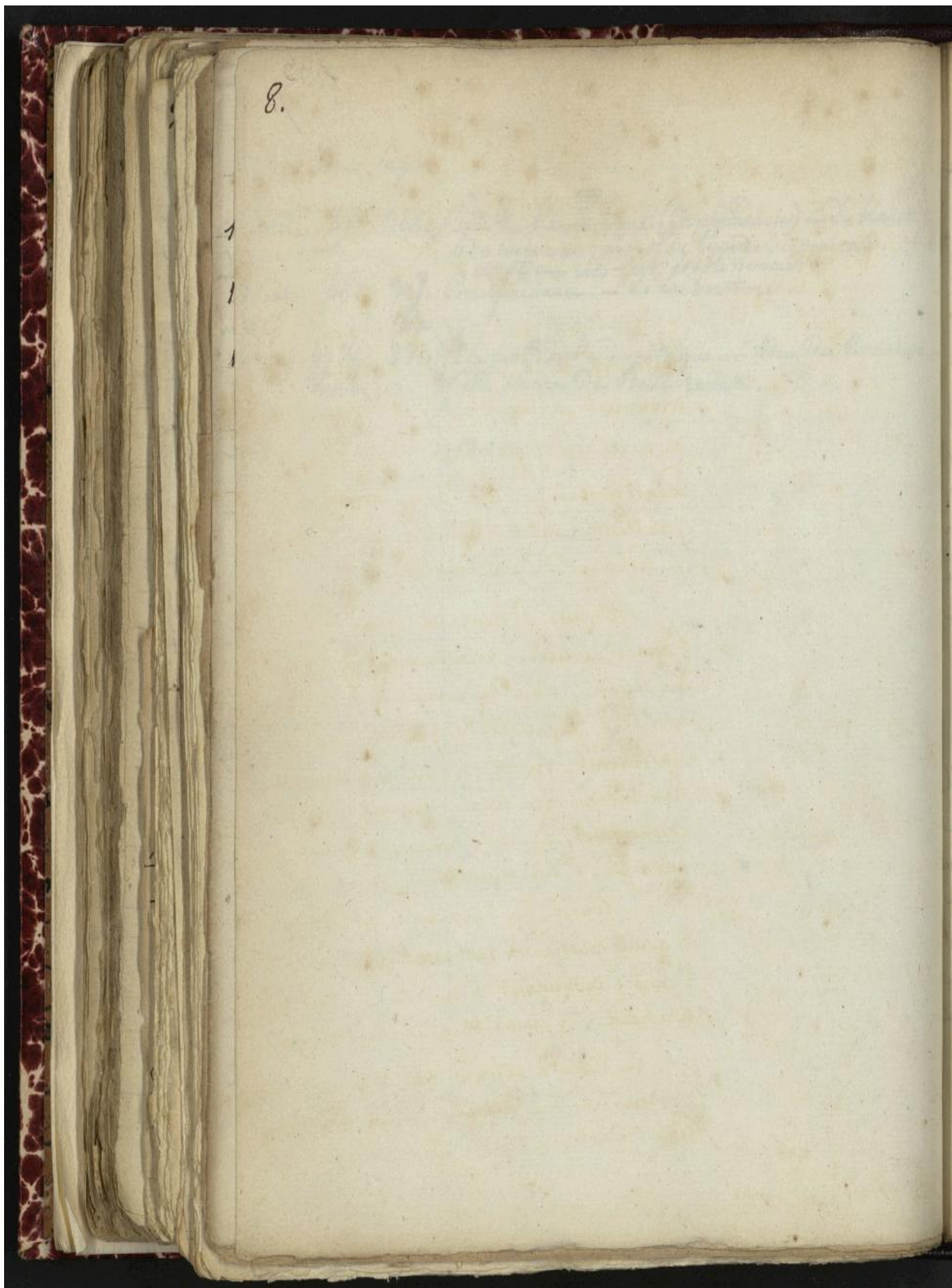
Réflexions sur l'état projeté d'une boulangerie géni.
Du blanchiment des coques.

6.

1826. *Acron. Sagn.*

11 Avril. 4^e. 304. Suite du Blanchiment. (Correspondance) — Du blanchissage
Du linge sale; projet de buanderie générale. —
13 id. 46^e. 317. Correspondance. — De la teinture.
14 id. 47^e. 331. De la fab^{re} De l'acide nitrique. — De la Vermicul. —
Du sucre De Betterave.

152
7.



Chimie
Appliquée aux arts.

1^{re} Leçon.

Lundi 28 ^{bre} 1828.

153.

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 manufactures. - Objet du Cours.

Les Cours publics de cette année, au Conservatoire des Arts & Métiers, ont commencé aujourd'hui, et l'ouverture en a été faite par celui de Chimie industrielle. Ceux des années précédentes ont toujours été ouverts par le professeur de Mécanique.

Malgré l'heureux essai de l'année dernière, relativement à l'heure des leçons, afin de donner à la classe ouvrière la facilité d'y assister après son travail, on est revenu aux anciennes habitudes. Les leçons auront donc lieu dorénavant, à trois heures, comme autrefois. En annonçant l'ouverture de ce cours, les journaux ont dit qu'il y avait plusieurs réclamations à cet égard; cependant l'auditoire était très-nombreux. L'amphithéâtre était rempli.

La leçon d'aujourd'hui n'a été, comme la première du dernier cours, qu'une espèce d'introduction. Le professeur a lu

un discours écrit où il a préconisé
 le bienfait & le progrès de l'industrie.
 Il a recueilli des notions précieuses
 à ce sujet dans un voyage qu'il fit
 de faire en Angleterre, où il a trouvé
 toutes les facilités possibles pour
^{remplir ce but,}
~~pour~~ ^{par} le moyen de divers savans
 Ingénieurs chargés de diriger les
 importantes manufactures de ce pays
 notamment MM. Philippe & John
 Baylor, facilités rendues plus grandes
 encore par la publicité qu'on y donne
 à toutes les opérations commerciales.
 Il nous fera part de ces notions par
 la suite, au fur & à mesure que
 l'occasion s'en présentera.

Il a aussi voyagé en France, et
 y a vu plusieurs branches d'industrie
 dont les produits ont doublé et même
 triplé, depuis peu d'années, grâce
 à l'emploi des machines; et pourtant
 ils ne sont pas encore proportionnés
 aux demandes, car leur prix a augmenté
 en général, de 40 p. 100. Un fait qui
 se joint en outre victorieusement aux

Déclamations contre l'usage des machines,
c'est que les salaires des ouvriers n'ont
jamais été aussi élevés qu'à présent.
Cependant cet usage ^{encore} est loin d'être
généralement adopté en France; la
résistance devient tous les jours moindre,
à la vérité; mais elle est encore
trop grande.

C'est surtout dans la production
et la consommation des métaux que nous
avons beaucoup à faire pour égaler nos
voisins. A ne parler que du fer, ils
en consomment 12 fois plus que nous.
On l'y emploie à une infinité d'usages
dont on n'avait nulle idée, il y a
quelques années; les grands chemins,
entre autres, en consomment immensément,
et ils s'y multiplient d'une manière
étonnante. C'est un des plus puissants
moyens d'accroissement de la prospérité
commerciale, par la facilité qu'il donne
au transport des produits industriels.
Des projets de ce genre ont été conçus
et doivent être exécutés en France;
nous pouvons donc tripler & quadrupler
la fabrication de ce métal, sans craindre
qu'elle soit au dessus des besoins.
C'est un des principaux buts vers lesquels
tendront nos efforts.

M^r. Th^r. Taylor, dont il est parlé
ci-dessus, est Directeur d'une compagnie
formée depuis peu pour l'exploitation de
mines de fer; son fonds social est de
2 millions sterling (50,000,000^{fr.}); elle
a 20 hauts fourneaux qui fournissent 200,000
de fonte par jour; c'est autant qu'un
haut fourneau de France en un an. Il
est en outre plusieurs autres fabricants
dont chacun produit plus de 20 m^{illes}
H^{un} de fer.

On remarque la même activité
dans les diverses manipulations de ce
métal. Une seule fabrique d'une très
petite ville d'Essex a fourni, l'année
dernière, 100,000 H^{un} de clous. Nos
ateliers sont loin de là.

La production des autres métaux
Plomb, Etain, cuivre etc., est également
insuffisante pour nos propres besoins
mais il faut chercher les minerais, outre
que nos mines actuelles ne sont pas
exploitées avec tout le succès possible.
Et en est de même de nos houillères
pour en extraire tout ce qu'elles peuvent
donner, il faut employer des moteurs

1^{er} leçon. ASS 13.

plus puissants que ceux dont on se
sert maintenant. Ce n'est qu'à
force de travail qu'on produit. La
nature n'est pas autre prodigue de
se donner que les poètes le disent;
on est souvent obligé de les lui
arracher; et les obstacles qu'elle y
oppose s'accroissent encore de ceux que
les anciens usages, les préjugés de la
société, & quelques intérêts particuliers
y apportent. ~~Depuis ce~~
qu'il faut convenir, toute fois,
que ~~ces~~ ces préjugés s'affaiblissent;
on est convaincu maintenant que c'est
par une industrie honorable & non par
la conquête, par la violence, comme autrefois,
qu'il faut acquies des richesses. On
voit aujourd'hui des noms illustres
s'associer à des noms humbles dans
les grandes entreprises; celui du Prince
est à côté de celui du Nèbrien; on
ne regarde plus les occupations
industrielles & commerciales comme
une dérogação. C'est un grand pas
de fait dans l'immense carrière de
la civilisation.

Et y a lieu de croire que la

France abonde en mines inconnues
 la Bretagne surtout, si semblable
 sous beaucoup de rapports au Comté
 de Cornwall en Angleterre, doit
 renfermer ^{des plus riches} ~~des plus riches~~ dans son
 sein, comme ce dernier pays qui,
 malgré l'aridité de son sol, jouit
 de la plus grande prospérité qu'il
 doit à ces exploitations; mais on y
 emploie d'énormes machines à vapeur,
 les plus puissantes qui existent. Des
 mines qui avaient été abandonnées, il
 y a quelques années, parce que les
 moyens d'extraction étaient devenus
 insuffisants, ont été reprises avec le
 plus grand succès, à l'aide de ces
 nouveaux moteurs. Depuis 12 ans, la
 production du plomb, de l'étain & du
 cuivre a plus que doublé. En 1890
 on a extrait 10 millions de K.
 ce dernier métal. Enfin, tous ces
 produits ont au moins triplé depuis
 50 ans, et cet accroissement est dû au
 progrès des arts qui ont fourni les
 moyens d'exploitation.

Les mines du Mexique, pour
l'exploitation desquelles il s'est aussi
formé une société anglaise, promettent
de très-grands avantages. Dans les
travaux qu'ils ont faits jusqu'à
présent, les explorateurs ont été
guidés par l'excellent ouvrage de
M. De Humboldt sur les mines de
l'Amérique Méridionale.

Les machines que les mineurs
Anglais y ont transportées ont excité
l'admiration des habitants. Il est
vrai que ces contrées sont si peu
civilisées que l'usage même de la
brouette y était inconnu, il n'y a
pas encore bien longtemps. Avec
ces machines, des mines que les
anciens moteurs, très-imparfaits, ne
permettaient plus d'exploiter, quoique
très-riches encore, vont donner des
produits immenses. Aussi les Ingénieurs
& ouvriers Anglais ont-ils été
accueillis avec une espèce d'enthousiasme
par les propriétaires de ces mines.

Ce n'est pas par une vaste science
 que brillent la plupart ^{plus d'habiles} des Inventeurs
 de machines de l'Angleterre.
 Watt, Woolf & autres, à qui l'on
 doit les premières machines à vapeur
 étaient des artisans. Moseley,
 simple forgeron, vient de faire
 construire un vaisseau à vapeur qui
 est bien supérieur à tous les autres
 par la rapidité de sa marche, ~~et~~
 tout en procurant une économie
 de 27 % de combustible; cependant
 cet homme n'a peut-être par la
 plus légère notion de la mécanique
 rationnelle. Tous les officiers marins
 ont été ouvriers; ils ont beaucoup
 de pratique & un peu de science.
 Les notions élémentaires suffisent
 dans les applications aux arts
 on peut même dire que la
 science seule y est inférieure à
 la pratique.

M. John Taylor, qui est non

Seulement un savant, mais encore
 un homme propre aux affaires,
 à la superintendance de plus
 de 50 ateliers des plus importants
 qui occupent tous un nombre
 considérable d'ouvriers. Il a dit
 à M. Flémant qu'il a bien rarement
 à se plaindre d'eux pour cause
 de nonchalance ou de défaut
 d'intelligence, & jamais pour cause
 d'infidélité. Il est vrai que
 tous les ouvriers anglais ont de
 l'instruction & qu'ils sont traités
 par leurs chefs en quelque sorte
 comme des associés.

Les grandes entreprises sont
 très-communes en Angleterre, et
 elles doivent leur succès principalement
 aux machines puissantes qu'elles
 emploient; mais elles exigent des
 capitaux considérables dont un
 simple manufacturier peut diffi-
 cilement disposer. Malgré

les avantages que présentent ces grandes entreprises, leur utilité réelle est encore problématique pour plusieurs personnes. L'avenir seul peut répondre complètement cette question.

Il a été inventé depuis peu, par M. Parkin, de nouvelles machines fort ingénieuses dont il espère tirer un parti avantageux; mais on ne les a pas encore suffisamment essayées.

Des modifications heureuses ont aussi été faites aux anciennes machines par M. Brunel, Ingénieur français chargé de la direction des travaux du chemin que l'on construit en ce moment sous la Tamise. Une de ces modifications consiste à remplacer la vapeur par l'acide carbonique liquéfié au moyen d'une très-forte pression. Cela simplifie singulièrement les appareils. On parlera plus amplement de ces innovations dans

1^{re} leçon. 158 19.

la suite Du Cours, s'il y a lieu.

Parmi les établissements
d'utilité publique que M. Lémont
a visités avec beaucoup d'intérêt
en Angleterre, il a remarqué les
grands buanderies. Il est
persuadé que ce serait une
excellente spéculation à Paris; mais
il ne faudrait pas y employer les
eaux de l'Ourcq, comme on en
avait le projet, il y a quelque
temps. C'est sur la Seine qu'il
conviendrait de les ^{établir} ~~établir~~. Au
reste, leur construction exigerait
certaines dispositions pour l'exécution
desquelles il serait bon de se
modeller sur celles qui existent
à Londres & qui paraissent ne
rien laisser à désirer. (a)

De même que dans le cours
précédent, on donnera dans celui-ci
quelques notions générales sur

(a) Ce sujet a été traité avec quelques détails dans la 4⁸
leçon du présent Cours.

la Physique & la Chimie; ensuite on
passera aux notions particulières
& aux applications à faire à
divers arts industriels; mais on
en écartera autant que possible
les détails scientifiques; ils sont
superflus pour le travail technique.

Dans la leçon prochaine
on commencera l'exposé de
la théorie de l'éclairage. C'est
un objet fort important à Paris où
l'on évalue la consommation annuelle
à plus de dix millions de francs.

Chimie
appliquée aux arts.

2^e Leçon.

159 21. 1.
Jeudi 1^{er} sept. 1898.

De l'éclairage. - Des corps gras qu'on y emploie. - De leur ignif.
Du volume de la flamme. - De divers procédés d'éclairage. - De la
bougie margarite. - Du gaz hydrogène carboné.

Formules écrites sur la planche
avant la leçon.

1^o Composition des corps gras.
(cf. la 2^e f. de la 2^e leçon du d^r cours)

2^o Consommation des divers éclairages par
heures. (cf. la 2^e leçon idem.)

3^o Produit de la combustion d'un gramme
d'huile de noix.

1 lit 978 d'oxygène donnant 1.483 d'acide
1.978 : 1.483 :: 100 : 75. carbonique.

4^o Le pouvoir lumineux de deux foyers est
proportionnel aux carrés des distances
auxquelles ces foyers produisent une
lumière égale jugée par les ombres
d'un corps opaque.

Le Professeur a annoncé qu'il se propose
de consacrer trois leçons à l'éclairage, puis il
traitera successivement ~~de~~ des propriétés
de la Chaleur, de l'air & de l'eau, mais
surtout dans leurs rapports avec les
arts; enfin il fera connaître les
applications aux différents arts
dont la chimie est auxiliaire. (a)

On voit dans la formule de la
composition des corps gras, que la cire a
plus de carbone & d'hydrogène et moins
d'oxygène que les autres; c'est pourquoi
elle donne proportionnellement plus de
lumière. L'oxygène du combustible se
unit à son carbone & à son hydrogène qui
pour faire de l'acide carbonique & de la
vapeur d'eau; mais pour qu'il y ait flamme
et par conséquent lumière, on du moins pour que
cette lumière soit assez éclatante, il faut de
l'hydrogène carboné. Le dernier produit est

(a) L'année dernière, nous avons eu 8 leçons
sur l'éclairage. La plupart des notions données
aujourd'hui se trouvant dans le bulletin
des 1^{re}, 2^{de} & 3^{de} leçons du d^{er} cours, il
serait inutile de les répéter dans celui-ci.
Je me bornerai donc à ce qui me paraîtra
n'avoir pas encore été dit. Il en sera de
même dans les leçons suivantes pour tous les
sujets identiques ou analogues.

un des résultats ordinaires de la gazéification
des corps gras.

Le volume de la flamme est toujours
en raison inverse de la pression. Moins
la flamme occupe d'espace, plus elle a
d'intensité & d'éclat, ainsi qu'on le voit
sur une montagne ou dans une vallée.
L'accroissement de son volume par une
diminution de pression n'est donc pas un
moyen d'obtenir une bonne combustion,
parce que la température n'est plus
assez élevée.

Les impuretés des corps gras sont
un obstacle à la combustion complète
qui est indispensable pour la production
de la lumière. Le suif en contient autre
quelquefois, principalement une
matière animale gélatineuse qui résulte
de la coction des membranes de la
graisse, lorsqu'on la fait fondre à une
trop haute température; mais on peut
l'épurer de même que l'huile, avec l'acide
sulfurique, à la température de sa fusion,
40 à 50°. Cette gélatine fait en outre disparaître
promptement le suif.

Le procédé qu'on suit généralement
pour la fonte du suif est vicieux, parce
qu'on met trop peu d'eau dans la

Cependant le suif ne
servait pas pour cela
tout-à-fait exempt
d'un mélange de
gélatine provenant de
la dissolution des membranes
dans la vapeur condense;
mais on pourrait l'en
purger au moyen de
l'acide sulfurique ainsi
qu'il est dit ci-dessus.
(le 20 du 17 Xbre 1827.)

Si le suif conservait encore
de la gélatine après cette
opération, comme cela arrive
à l'huile de poisson que l'acide
sulfurique n'épure pas
entièrement, on pourrait l'ubriquer
par un procédé décrit dans la
revue britannique pour cette
espèce d'huile. Il consiste à
y mettre du tannin qui s'unit
avec cette gélatine; l'huile en
est troublée, mais on la clarifie
en la lavant avec de l'eau.
Quant à l'odeur qu'elle a
encore après ce lavage, on
la lui enlève en y versant
0.05 d'une dissolution de
chlorure de chaux qui rend
l'huile très-blanche; alors
on la lave de nouveau avec
de l'eau et un peu d'acide
sulfurique, elle reprend
sa couleur et elle est aussi
pure qu'elle peut être.
C'est un effort à faire
sur le suif.

(le 20 du 20 Xbre 1827.)

Chaudière qui est quelque fois exposée à
un feu violent; cette eau étant bientôt
vaporisée, il se forme une matière
empyreumatique et le suif est moins
blanc. Il vaudrait beaucoup mieux y
employer le chauffage à la vapeur.

En Angleterre, on se sert toujours
d'huile de baleine pour l'éclairage;
~~elle~~ ^{quoiqu'elle} coûte trois fois plus que les
huiles végétales en France, parce qu'elle
doit être de première qualité; mais les
Anglais ne connaissent pas encore, ou du
moins ils ne pratiquent pas notre
procédé d'épuration des huiles végétales.
Ce procédé a fait considérablement
augmenter la culture des graines à
Paris depuis 30 ans.

Une des causes de la diminution
d'intensité de la lumière des lampes
et chandelles, quand on ne les mouche
pas régulièrement, consiste en ce
qu'une partie de la vapeur grasse
qui se produit ne peut pas se
convertir en hydrogène carboné ni se
combinaison avec l'oxygène, parce que la
température n'est pas assez élevée. Cette

Vapeur se dissipe donc sans fruit dans l'atmosphère.

Dans les lampes d'Argand ou quinquets, la disposition circulaire de la mèche est plus favorable à une bonne combustion. Celles de Carcel valent mieux encore, à cause

sont bien faites, la combustion de l'huile y est complète; il ne s'en dégage que de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau, ainsi qu'on s'en est assuré en les recueillant au moyen d'un serpentin qu'on met en communication avec la fosse de la lampe.

Quoiqu'il y ait une diminution de la lumière des quinquets, soit à 6 fois plus grande que celle des chandelles et bougies, il est des cas où celles-ci peuvent être préférées, parce qu'on peut les approcher davantage de l'objet à éclairer.

(20 X 60 1827.)

d'un mécanisme particulier ^{semblable} à celui d'une horloge, ^{qui} projette sans cesse vers la mèche une huile fraîche pour rendre la combustion plus régulière. Lorsqu'elle ##

Il paraîtra sous peu une nouvelle bougie composée par M^{me} Gay Lussac & Chevreul, qui la nomment Bougie Margaritique, et pour laquelle ils ont pris un Brevet d'invention. Elle est faite avec la graisse ou le suif qu'ils convertissent en acide margarique et oléique par la distillation. L'un de ces acides est liquide et l'autre solide; mais comme ils sont mêlés, on les sépare en les soumettant à une pression dans un sac où il ne reste que l'acide solide, sous la forme d'une matière nacré, assez semblable au blanc de baleine. Cette bougie coûte beaucoup

Il obtenu par ce dernier
procédé n'a pas l'odeur
empyreumatique de celui
qui est le produit de la
distillation du suif. Cet
acide forme environ les
0.6 du suif, et l'acide
oléique les 0.38. Celui-ci
n'est pas perdu; on l'emploie
dans les lampes. Quand
l'acide margarique est bien
pur, il ne tache pas les
étoffes; il s'entève comme
la boue sèche; c'est l'acide
oléique qui tache.

Au prix actuel de la
bougie margarique (6.5^e la
Kilo) ce mode d'éclairage
coûte plus cher que celui de
la bougie de cire, parce qu'un
Kilo de celui-ci ne dure guère
que les $\frac{2}{3}$ de l'autre qui
ne coûte que 7 à 8. On
espère qu'en simplifiant
le procédé de fabrication,
on parviendra à en diminuer
le prix. (22 Xbre 1827.)

La même est obtenue
moins que l'autre. Elle n'a pas besoin d'être monétisée, car elle
ressemble à celle de l'hydrogène carboné.
Elle n'est pas tout-à-fait exempte de margarine.
En acides ont traité le résidu

de la saponification des graisses; on
peut, au moyen d'un autre acide,
soit l'acide sulfurique, les extraire
des savons où ils sont combinés avec
la potasse ou la soude; les savons
étant ainsi décomposés, ces alcalis
s'unissent au nouvel acide pour
lequel ils ont plus d'affinité et
les autres sont isolés. L'acide
margarique

Les conditions d'une bonne combustion
existent dans le gaz hydrogène carboné
qu'on emploie maintenant à Paris
généralement pour l'éclairage, et
dont la lumière est bien préférable
à celle de l'huile par sa constance
et son intensité. Le meilleur est celui
qu'on extrait de l'huile qu'on décompose
en la faisant couler goutte à goutte dans
un cylindre chauffé au rouge et plein
de coke pour multiplier les points de
contact. (V. la 2^e leçon du 2^o cours.)
Il se forme en même temps de l'acide

carbonique qui est mêlé intimement avec
l'hydrogène carboné, mais en proportions
variables. Quand l'acide n'est pas en
trop grande quantité, il ne nuit pas
sensiblement à l'intensité de la lumière
de l'autre gaz.

L'hydrogène carboné qu'on prépare pour
la combustion est mis en réserve dans
de grands gazomètres où il est soumis à
une pression de 18 lignes ^{d'eau} (40. ^{mm} 6.) au
dessus de la pression atmosphérique; ce
léger accroissement suffit pour faciliter
son écoulement dans les tuyaux qui
les portent chez les consommateurs.

Le pouvoir lumineux du gaz est à
celui de l'huile comme 1 est à 100,
ainsi qu'il résulte d'expériences
faites d'après les principes de la
4^e formule ci-dessus. (V. aussi la fin
de la 1^{re} leçon du dernier cours.)

28.

Chimie
Appliquée aux arts.

3^e Leçon.

Lundi 1^{er} Octobre 1828.

Du gaz de l'huile. - Du résultat de son combustion.
Du gazomètre. - Du bec de lumière. - Des lampes à
gaz portatives. - Du gaz des graines oléagineuses.

Formules et Dessins tracés sur le
tableau.

Éclairage au gaz de la houille.

1^o Gaz de la houille.

Produit d'un kilogramme de houille.

A Paris, ---	180 ^{lit.}	Charbon de Bonn.
London, ---	188.	De Newcastle.
Manchester, ---	166.	Houille ordinaire
Glasgow, ---	209	Cannel-coal.
Coke produit	{ en poids . 0. 60 } { en volume 1. 40 }	De la houille

2^o Composition approximative du gaz de
l'huile.

1000 litres de gaz = { acide carbonique 128.
 { hydrogène carboné 878.

100 litres de gaz de l'huile = 380 du gaz de
la houille.

3^o Appareil à distiller l'huile.

(V. la fig. N^o 1 bin.)

4^o Gazomètre de Plegg. (V. la description
de cet appareil au commencement
de la 3^e leçon du dernier cours.)

La préparation & l'emploi du gaz
extrait de l'huile ont fait l'objet de
la leçon d'aujourd'hui, à peu près
comme dans la 3.^e du dernier cours.

Toutes les huiles animales ou végétales
sont inflammables à cause de la grande quantité
de charbon & d'hydrogène qu'elles contiennent;
c'est environ 0.80 du 1.^{er} de ces corps & 0.11
du second. Elles sont toutes décomposables
à une température de 3 à 400°; mais
cette ~~seule~~ température les fait passer seulement
à l'état de vapeur; ^{elle est} insuffisante pour en
extraire les produits gazeux propres à
l'éclairage. Il faut, pour obtenir ces
produits, que l'huile soit en contact avec
une surface solide & incandescente, soumise
à une température de 600°; c'est pourquoi
on emploie de coke le cylindre chauffé au
rouge où l'on verse l'huile à décomposer;
le coke étant une matière très-volumineuse
il présente à l'huile une très-grande surface;
les points de contact sont plus multipliés
et la décomposition en est plus rapide.

Les produits accidentels qui résultent
d'une température peu élevée ne sont

d'aucun usage, si ce n'est une huile
essentielle ~~très volatile~~ d'une odeur infecte
qui a la propriété de dissoudre la gomme
élastique, & dont un négociant de Glasgow,
M. Macintosh, s'est servi pour faire
un vernis imperméable qu'il applique sur
des tapis. Cependant ce procédé n'a pas
encore reçu un grand développement. Il
se forme aussi un éther pyroacétique
qui n'a également aucun emploi.

L'extraction des gaz pour l'éclairage
étant donc l'objet principal de la
décomposition de l'huile, il faut, au
moyen d'une chaleur convenable empêcher
la formation de ces produits, et faire
en sorte d'obtenir environ 800 litres de
gaz par H. ^{un} d'huile; c'est le maximum.

Le charbon qui fait partie de l'hydrogène
carboné ^{en} est la matière la plus précieuse pour
l'éclairage, car l'hydrogène ^{ne donne} ~~ne~~ qu'une
faible lumière; il faut par conséquent maintenir
la température ~~à un~~ degré nécessaire pour
qu'il ne se fasse que du gaz percarboné,
autant que possible, & qu'il ne devienne
pas proto carboné. Il y a des fabricans de

gaz qui ont cru économique d'ajouter de
l'hydrogène pur au gaz percarboné, afin
de le ramener au premier degré & d'avoir
une plus grande quantité de gaz

164

Suivant la forme des corps, la flamme qu'ils donnent en
brûlant est plus ou moins lumineuse, et cette faculté éclairante
est jointe en proportion de la faculté échauffante. Lorsque
la matière qui se forme pendant la combustion restant sous
forme gazeuse dans la flamme, celle-ci ne reprend qu'une lueur
faible comme par exemple celle du gaz hydrogène, du
gaz oxide de carbone et de l'alcool. Mais si on ajoute
pendant la combustion un corps solide que la flamme puisse
faire rougir, ce corps continue à être lumineux tant qu'il
reste rouge dans la flamme. Voilà pourquoi le zinc et
le phosphore jettent une lumière si vive, parce que leur
combustion s'accompagne de la formation d'acide zincique
et d'acide phosphorique, qui gardent la forme solide et
deviennent rouge.

Lorsqu'on chauffe un corps solide, par ex. un fil de platine
dans la flamme du gaz hydrogène, qui ne jette presque pas
d'éclat, elle devient beaucoup plus lumineuse qu'elle l'est
par elle-même. Si la flamme du gaz oléfiant de nos
bougies ou lampes éclairant, c'est qu'au 1.^{er} contact de
gaz combustibles avec l'air, le gaz oléfiant qu'ils contiennent

(*) Nomenclature de Berzelius

d'aucun usage, si ce n'est une huile
essentielle ~~très volatile~~ d'une odeur infecte
qui a la propriété de dissoudre la gomme
élastique & dont un ~~bon usage~~

ne brûle qu'en partie, et dépose dans la flamme une portion
de son carbone, qui y rougit jusqu'à ce qu'arrivé au bord de
la flamme, il se mette en contact avec l'air et entre en
combustion. La preuve que cette explication est exacte
c'est que quand on plonge un corps froid, par exemple
une lame de couteau dans la flamme, le carbone précipité
s'attache à sa surface, où il forme ce qu'on appelle
du Noir de fumée.

Cette explication si simple & si inégale dans la faculté
éclairante de la flamme peut échapper totalement échapper
aux physiciens, lorsque Davy la fit connaître, & qui
par longtemps, d'un mémoire fort intéressant sur
la nature de la flamme.

(Berzelius - traité de chimie - 1^{re} vol)
pag. 384 et suiv. tome 1^{er} - 1829.

gaz qui ont cru économique d'ajouter de l'hydrogène pur au gaz percarboné, afin de le ramener au premier degré & d'avoir ainsi une plus grande quantité de gaz d'éclairage; mais le pouvoir lumineux du proto carboné étant beaucoup moindre, même proportionnellement, il fallait une quantité plus que triple pour obtenir la même intensité de lumière. ^{Le carbone y est trop divisé.} C'est un effet analogue à celui des bûches & briquettes d'économie, faites d'argile & de houille; l'argile étendant le volume de la houille, elle ne produisent qu'une faible température.

M. M. Faraday & Dalton, chimistes Anglais, viennent de découvrir plusieurs autres proportions d'hydrogène carboné, l'un desquels est nommé gaz super oléfiant, parce qu'il contient plus de carbone que celui que nous désignons sous le nom d'hydrogène percarboné ou oléfiant.

L'appareil de gazéification de l'huile est bien préférable à celui du gaz de la houille; il est moins compliqué, moins dispendieux & plus facile à conduire. Lorsqu'on a une fois réglé l'introduction de l'huile

Dans le cylindre de manière à ce qu'elle y tombe en filet et en quantité suffisante, on peut se dispenser d'y regarder pendant huit jours.

Le gaz de l'huile ne contient pas de soufre ni d'arsenic comme celui de la houille; on n'est donc pas obligé de le laver. On peut aussi, par la même raison, employer le cuivre, le zinc et l'étain pour la conduite de distribution.

Les joints de ces tuyaux doivent être soudés avec le plus grand soin, afin que le gaz ne s'en échappe pas, car c'est une perte ~~considérable~~ considérable surtout lorsque la pression est grande. C'est pourtant ce qui arrive quelquefois ainsi qu'on a pu le remarquer par l'odeur que ces émanations répandent et par les réparations assez fréquentes qu'elles nécessitent sur la voie publique.

Le Gazomètre ou gaz-mètre décrit au commencement de la 3^e leçon du 2^e cours, n'a encore été aujourd'hui et le dessin en a été tracé sur le tableau; mais c'est un appareil très compliqué. On l'appelle Gazomètre de Clegg, du nom de son inventeur.

Il est fort ingénieux & pourra trouver son application dans les expériences de chimie. Il sert à faire connaître la quantité de gaz que fournit un poids donné de houille dans un temps déterminé, et par conséquent si les ouvriers chargés de veiller à la distillation y apportent tout le soin qu'elle exige.

La disposition des becs n'est pas une chose indifférente. A Paris, ils ont la forme d'anneaux comme ceux des quinquets, et ils sont percés d'un grand nombre de petits trous d'un 60.^e de ponce de diamètre. A Londres, il y a moins de trous, mais ils sont plus grands; ils donnent proportionnellement plus de lumière. Cette dernière forme est donc préférable.

Il y a environ 2 ans et demi qu'on a imaginé à Londres un nouvel emploi du gaz, dans des lampes portatives où on le comprime à 30 atmosphères; mais à ce degré de pression, la tension est énorme, et il était plus difficile de le conserver dans le réservoir que de l'y introduire; M. Gordon a remédié à cet inconvénient en attrayant avec une vis le robinet

qui est en acier & de forme conique. Cependant
ce procédé n'est pas encore parfait, car le gaz
n'étant jamais pur, y dépose un peu de
craie.

On a beaucoup exagéré les craintes
d'explosion de ces lampes; outre que leurs
parois peuvent supporter une pression double
le danger cesse dès que le réservoir est
rempli, vu la condensation opérée par
le refroidissement du gaz qui s'était
échauffé, & par conséquent dilaté, pendant
la compression. Ce danger ne pourrait
donc que pour le fabricant & non pour
les consommateurs, à qui ~~celui-ci~~ ^{on} n'en
fournira pas une plus grande quantité
que ce dont on est convenu, car ce serait
une perte pour le fabricant. Il n'est
pas possible non plus qu'une explosion
ait lieu par suite de l'introduction de
l'air atmosphérique dans le réservoir,
puisque le gaz qui s'y trouve a toujours
une tension beaucoup plus grande que celle
de l'air. Tout cela d'ailleurs est prouvé
par l'expérience; on n'a pas encore pu
citer un seul accident de ce genre, quoique
le fabricant lui-même ait provoqué plusieurs
fois le témoignage des consommateurs par

la voie des journaux.

On a démontré dans le cours de l'année dernière, combien il était désavantageux de substituer les graines oléagineuses à l'huile pour l'extraction du gaz; le professeur a cru devoir encore insister là-dessus. On croyait tirer ainsi parti de la matière huileuse qui reste dans les tourteaux; mais cette matière n'en est que 2 ou 3/100; et le ligneux de la graine nuit beaucoup à la production de l'hydrogène per-carboné; il fournit une grande quantité d'autres produits qui diminuent le pouvoir lumineux du gaz utile. Ajoutons à cela qu'il faut des appareils d'un volume énorme & une dépense d'entretien bien plus considérable, car on consomme beaucoup plus de charbon que pour la distillation de l'huile.

Jeudi prochain, on parlera du gaz de la herille, de son emploi & des résultats pécuniaires de cette exploitation.

36.

Chimie
appliquée aux arts.

4^e leçon.

Vendredi 8 x. br 1828.

Du gaz de la houille. - Nouvelles notions sur son
intrication & son emploi.

Formules & dessins tracés sur
le Tableau.

Eclairage au gaz de la houille.

1^o Gaz produit par un K^{ue} de houille;
De St. Etienne - - - 150 à 160 litres
De Mons (Grisoulle) 180 à 200.

2^o Coke produit.

1 K^{ue} houille = 0.6 } De Coke.
1 hectolitre houille = 1.4 }

3^o Mastic de goudron pour couvertures.
Le goudron = 0.04 de la houille distillée.

Composition du mastic.

Goudron recuit.	250 K ^{ue} à 30. le gal. m ^{te}	= 75.
Sable fin.	278 à 1. - ug	= 3.7
Craie	278 à 2. - ug	= 7.8
Main d'œuvre & feu	- - - - -	= 8.4
		<u>Total 94.9</u>

Il convient d'un mètre quarré de couverture.

mastic = 3.80. } 4.28.
Coke - - - = 4.78. }

Couche quarrée 16.

4^o Appareil à distiller la houille.
(V. fig. N^o 2 bis.)

Après quelques détails sur les moyens
de comprimer le gaz dans les lampes portatives,
détails qu'il serait intéressant de voir dans
l'urine même, le professeur a traité de l'extraction
et de l'emploi du gaz de la houille. Il se
proposait d'épuiser aujourd'hui cette matière;
mais le mode d'éclairage par le gaz prend tous
les jours un tel développement & acquiert par là
tant d'importance que cette leçon ne suffirait
pas pour en faire connaître la partie technique
& les résultats pécuniaires avec tous les
développements que le sujet exige. Ces résultats
seront donc donnés dans la prochaine séance. (a)

Ce qui a été dit aujourd'hui sur le gaz
de la houille se trouve presque entièrement
dans les bulletins des 4^{ts} & 5^{es} leçons Du
Cours de l'année dernière, ~~mais~~ qui renferment
plusieurs notions qu'on n'a pas données dans la
leçon de ce jour.

En voici encore quelques autres qui en sont
le complément ou comme autant de corollaires.

Plus la houille est grasse, bitumineuse, plus
elle convient à l'extraction de l'hydrogène
carboné; en Angleterre, la meilleure est
celle qu'on nomme Cannel-coal.

Lorsque les Cornues sont exposées à
une trop forte chaleur, elles se boursoufflent

(a) V. les 2^{es} & 3^{es} leçons Du 4^{ts} Cours.

à divers points de leur surface, il s'y forme des fissures qui les mettent hors d'état de servir. Il convient de ^{ne pas les} placer trop près du foyer, et surtout que le feu soit uniforme.

Quelquefois le ^{ou au plus} charbon se combine au fer et double l'épaisseur des parois de la cornue; on en a vu qui acquiesc ainsi 2 po. 1/2 (7 c. 1/2) d'épaisseur, au lieu de 1 po. 1/2 (3 c. 1/2) qu'elles ont ordinairement.

Le résidu de la houille, après la distillation, est plus volumineux que la houille même, parce qu'il est spongieux. C'est un inconvénient pour quelques-uns des usages auxquels on l'emploie, principalement dans la fabrication du fer, au rôt coute-t-il moins que celui qui est préparé spécialement pour cet objet, car il y a des fours à coke pour les forgerons on se sert de ce combustible. Il serait à désirer qu'on pût rendre plus compacte celui qui reste après l'extraction du gaz ^{ou ce moment} id. (c. 1/2) 10. la voie (18. hect. dit) et l'autre 68. A Londres, la différence est double.

Il est d'autant plus important d'enlever l'hydrogène sulfuré qui se trouve avec

L'hydrogène carboné, que la combustion produirait du gaz acide sulfureux et qu'il serait impossible de retirer dans les lieux où il se consommerait. (a)

La combustion de l'hydrogène carboné produisant déjà beaucoup d'humidité, si on ne le dépouillait pas de la vapeur d'eau qu'il entraîne au sortir de la cornue, les meubles des appartemens où on le brûle pourraient en être détériorés.

Pour que l'épuration soit complète, il convient d'avoir deux appareils pour cette partie de la fabrication du gaz.

Pendant l'hiver, il est utile d'avoir un appareil de chauffage autour du gazomètre ou réservoir, surtout si il est en fonte, car il pourrait se briser. Il serait dangereux de tenir ces réservoirs en plein air comme à Londres, ^{car, c'est sans inconvénient, parce que} ~~mais~~ les hivers y sont moins froids qu'à Paris.

En plaçant l'usine dans un lieu moins élevé que ceux où le gaz se consomme, une pression égale à 12 ou 15 lignes d'eau (3 à 4 cent.) peut suffire, parce qu'en vertu de la force ascensionnelle, ^{le résultat est le même} ~~il tend à s'élever~~ la densité qui est moindre que celle de l'air, il tend à monter dans les régions supérieures. Si l'usine est dans un lieu plus élevé, il faut alors

(a) La tourbe fournit un gaz plus brillant que celui de la houille, qu'il n'a pas besoin d'être épuré, ne contenant pas de soufre, par la même raison, son coke est préférable aussi au coke de la houille pour la fabrication du fer forgé. Le gaz ne répand aucune mauvaise odeur & ne noircit pas le papier placé au dessus de la flamme. (N^o 182 du 5^e X^e en 1860.)

une pression de 2 à 3 pouces (6 à 8 cent)
pous balancez cette force ascensionnelle
mais la perte du gaz étant toujours
proportionnelle à la pression, elle est
moindre dans le premier cas; cette
considération n'est pas à dédaigner,
car c'est de l'huile qu'on perd en
perdant du gaz. Un autre inconvénient
consiste en ce que si il se trouve des
plantes dans le voisinage des fissures
par lesquelles il s'échappe, il nuit
beaucoup à leur végétation.

Au reste, même à 3 pouces (8 cent)
la pression est encore faible et favorise
peu l'écoulement; il convient donc
pour le faciliter et pour que les
consommateurs soient suffisamment
approvisionnés, que les tuyaux de
conduite aient un grand diamètre.
Cela vaut mieux que d'augmenter la
pression.

Chimie
appliquée aux arts.

2^e Leçon.

170 41.
Lundi 12 Xbre 1828.

Correspondance sur divers Sujets. - Dépense & produits
d'une fabrique de gaz de la houille.

formules écrites avant la leçon.

1^{ère}

Comparaison de la lumière
du gaz, d'une lampe
à bec de gaz, à lincande, à l'argand.

Après un quart d'heure.

une heure.

Deux heures.

Consommation par heure.

100.	76.	62.
100.	70.	58.
100.	60.	50.
140 lit.	58 g ^m .	42 g ^m .

2^e Eclairage au gaz du charbon. 3000 becs à 4^h 1/2 par jour.
Etablissement.

1^o 84 Cornues avec fourneaux, réservoirs de goudron
Condensation, purification, bâtiment & terrains. 550,000.

2^o 8 Gazomètres avec leur éternus & bâtiments. 520,000.

3^o Tuyaux de distribution. - - - - - 1,070,000.

Total. 2,140,000.

Dépense annuelle.

Houille. 45,000 hectolitres = 3000 voies à 70^{ct} = 210,000.

Cornues usées - - - - - 30,000.

Réparations de fourneaux & menuiserie. - - 20,000.

us de conduite. (tuyaux) - - 12,000.

Ouvriers. 36000^{fr}. Frais d'administration 25000. - - 61,000.

Dépense totale 343,000.

Produits. (Lumière). 3000 becs à 98.50 = 295,500.

Coke 0.70 m. vol. = 2100 voies à 55^{ct} = 115,500.

Différence pour intérêt de 2,140,000^{fr} = 68,000.

soit 3.17 p. 100.

7.° Eclairage d'une filature à Reims,
travaillant toutes les nuits.

200 becs d'Argand = 100 becs de gaz. (Paris)

A l'huile, $200 \times 0.60. \times 300 \text{ jours} = 36,000.$

En gaz

De la houille. (Etablit 30000. De l'huile. (Etablit 30000.)

Houille 267 voirs à 70.°	18,690.	Huile 200 q. mty. à 70.° =	18,000.
Cornues 4.°	2,500	Houille brûlée, 40000 K.°	
Préparations de fourneau	2,500.	= 33 voirs à 70.° = (a)	2,310.
Conduites.	1,000.	Cornues 800. Conduites 500 =	1,300.
Ouvriers	3,000.	Ouvriers.	1,800.
Administration	1,200.	Administration.	400.
Intérêts à 6 p. 100	3000.	Intérêts à 6 p. 100.	1,800.
Depense totale	21,890.	Depense totale	21,610.
Lumière. 36000		Lumière.	36,000.
Cette 186 voirs			
à 70.° = 9300.	45300.		
Bénéfice	13410.	Bénéfice	14,390.

(a) Une voie = 15 hectolitre. (V. la 2.° formule d'autre part.)

Ainsi, 33 voirs = 495 hectolitre. Mais ce nombre = 40000 K.°

Donc un hectolitre = 88.8. car $495 : 40000 :: 1 : 88.8.$

Par conséquent 267 voirs = 4008 hectolitre = 355644 K.°

qui peuvent fournir 64,018,920 litre de gaz = $355644 \times 180.$

Et 100 becs à 12 heures par jour en exigent 34 millions de
par an de 300 jours. $100 \times 12 \times 300 \times 180 = 34600000.$

171

M. Simon a reçu
du jour d'hui.

N'est-il pas à craindre que la cendre, qui
contient du carbonate de potasse, ne forme,
par son union avec le goudron, un savon
soluble dans l'eau, du moins en partie;
et par conséquent ne peut-il pas y avoir
l'inconvénient d'empêcher l'emploi de la cendre
à l'usage pour les terrasses exposées à la
pluie? —

Déjà en 1824, il me semble que M.
Clement avait dit que le goudron de cette
espèce ne garantissait qu'imparfaitement
les bois exposés à la pluie parce qu'il
se dissolvait en peu de temps. Si l'on
est ainsi pourquoi augmenter la propriété
soluble dans l'eau en y ajoutant un alkali
qui me paraît devoir amener ce résultat.

Le plâtre qui est un sel neutre me paraît
préférable à la cendre. et je pense que la
brique pilée remplacerait avec avantage le
sable, la cendre ou le plâtre, parce que son
effet est connu dans le cas de son mélange avec les
corps gras, comme l'huile d'argirée; —

mière, comme
venant de la
a parlé d'un

très-facile. On
méditer, et pendant
un le sable la
tenuement pour
naturel. Lorsqu'il
chaud sur une
ligne d'épaisseur.

une union avec un
à la terre et
faciliter l'écou-

du Nord, un
bien tenu; on

De carreaux
aux un intervalle
e. On a abandonné

quel moyen on
la compression

pour les lampes
à 30 atmosphères
celui des usines
quique ce

puisque les mastics résineux, huileux ou bitumineux dans lesquels on emploie cette matière acquièrent en général beaucoup de dureté avec le temps, et la conservent un long temps.

Il y a dans les travaux d'analyse rédigés au Dépôt général de fortification par M. le Lieutenant-colonel Beryère, une suite de recherches fort satisfaisantes sur ce sujet, et surtout le détail d'un grand nombre d'expériences qui prouvent qu'on peut obtenir des mastics bitumineux à meilleur marché que 4.50 le mètre carré, quand on sait profiter des circonstances que présentent quelquefois les localités.

La contre aura l'inconvénient d'élever considérablement le prix des mastics.

(a) 4
Ainsi
Donc
qui

par an de 200 jours. $100 \times 12 \times 200 \times 180 = 34600000$.

Depuis la dernière séance, M. Stévenant a reçu quatre lettres auxquelles il a répondu aujourd'hui.

On lui demandait dans la première, comment on emploie le mastic de goudron provenant de la distillation de la houille, dont il a parlé dans une des leçons précédentes.

C'est, a-t-il dit, une opération très-facile. On fait bouillir le goudron dans une chaudière, et pendant sa ebullition, on y projette peu à peu le sable, la craie ou la cendre, en brassant continuellement pour opérer le mélange complet des matières. Lorsqu'il est achevé, on étend le mastic tout chaud sur une aire de plâtre, & on lui donne 4 à 5 lignes d'épaisseur. (1 centimètre) On en rend la surface unie avec un fer chaud. Il convient de donner à la terrasse une légère inclinaison ($\frac{1}{4}$) pour faciliter l'écoulement des eaux.

On a essayé, dans le département du Nord, un autre procédé qui n'a pas aussi bien réussi; on commençait ^{par} garnir la terrasse de carreaux placés de manière à laisser entre eux un intervalle qu'on remplissait avec le mastic. On a abandonné ce procédé.

La seconde lettre demandait quel moyen on emploie pour mesurer et connaître la compression des gaz.

Ce moyen n'est indispensable que pour les lampes portatives où l'on comprime le gaz à 30 atmosphères et par conséquent 3000 fois plus que celui des usines qui fournissent aux lampes fixes, puisque ce

Derrière ne subit qu'une pression de 12 à 18 lignes ^{d'eau} (3 à 4 cent) qui n'est guère que le 200^e d'une atmosphère. L'instrument dont on se sert dans le premier cas se nomme en physique manomètre; c'est un tube gradué contenant de l'air qui se comprime dans la même proportion que le gaz du réservoir. Quant à la faible pression nécessaire au gaz de uriner, il suffit, pour l'obtenir, que le gazomètre soit un peu plus lourd que son contre-poids.

L'objet de la 7^e lettre était de savoir comment se fabrique le cotte autre que celui provenant de la distillation de la houille. On en parlera lorsqu'on traitera de la fabrication du fer.

Enfin, l'auteur de la 4^e lettre, propriétaire d'une machine à frotter les étoffes, demandait s'il serait possible de tirer de double part de la chaleur produite dans l'usage d'une machine à vapeur.

M. Clément a répondu que c'est une idée qui conduit un grand nombre de fabricans, mais à laquelle il ne serait pas prudent de se livrer. Vouloir faire servir ainsi une chose à deux usages différens, a presque toujours pour résultat

D'en obtenir un service bien moins avantageux.
 Au reste, il sera communiqué plus tard les
 inconvénients attachés à ce double usage.
 le principal y est souvent sacrifié à l'accessoire.

Il a saisi cette occasion pour dire quelques
 mots de la machine à flambeau dont il a
 beaucoup vanté le mécanisme ingénieux.
 On y a fait des perfectionnements importants
 depuis quelques années; on a d'abord substitué
 la flamme de l'alcool au fer rouge dont on se
 servait auparavant; puis on a remplacé
 l'alcool par l'hydrogène qu'on fait passer
 par une multitude de petits trous sur toute
 l'étendue du cylindre; et enfin on y a ajouté
 une machine pneumatique qui opère le
 vide dans la région parcourue par la flamme
 & lui permet de former un plus grand
 volume, en diminuant son intensité. Un
 appareil de ce genre existe chez M.
 Anandier Popincourt.

Après ces explications qui ont ^{pu} ~~été~~
 durer un tiers de la séance, le professeur en
 est venu ~~à l'objet principal~~ à l'objet principal, la partie
 économique de l'éclairage par le gaz.
 Comme l'année dernière, il a exposé les
 considérations qui prouvent qu'en général
 ces sortes d'établissements doivent être
 créés en France, vu le bas prix du
 bec de lumière, et surtout parce qu'ils
 exigent de grandes dimensions. Il n'est

pas rare qu'il faille plusieurs centaines de mètres de tuyaux pour alimenter un très-petit nombre de consommateurs; il n'en faudrait pas davantage pour fournir du gaz à toutes les maisons qui se trouvent sur la ligne qu'ils parcourent (H. S. S. du d. S. C.).

Les résultats donnés par la 1.^{re} formule sont extraits de ceux que W. Merard a publiés dans les annales de chimie de février 1828; on y voit la supériorité de l'éclairage par le gaz.

La consommation y est évaluée à 140 litres par bec & par heure; mais il faut la porter au moins à 180 litres, à cause des déchets inévitables. Celle de la lampe d'Argand est ici de

^{Chimie des} ~~les~~ ^{le suppl.} ~~comptes~~ présentés dans la 2.^e formule ont été publiés dans l'encyclopédie Britannique par W. Greyton, ingénieur auteur d'un ouvrage de ce genre à Glasgow; ceux qui voudraient en établir de semblables ne pourraient mieux faire que de consulter ces mémoires & les planches qui y sont jointes.

Pour alimenter 2000 becs de lumière, il faut des réservoirs contenant au moins 9000 pieds cubes de gaz, (environ 250 mètres cubes) car il faut toujours prendre le maximum de la consommation qui est celle des heures d'hiver, ce qui exige par conséquent

42 g.^m parce que la mèche a 20 mm.^h; elle en ferait que de 30 g.^m avec une mèche de 12 à 15 mm.^h.

un plus grand capital. Il convient aussi
d'en avoir plusieurs, afin d'être en garde
contre les accidents qui pourraient ^{jetter tout}
~~à coup dans l'obscurité toutes les maisons~~
~~et toutes les usines, et toutes les machines~~
approvisionnées ^{par l'usine.} Il en est de même des
machines à vapeur; si on n'en a pas
au moins deux, on est exposé à chômer,
lorsqu'elles se détraquent.

On a une garantie plus certaine
contre ces accidents avec plusieurs
gazomètres de petites dimensions; ~~ils~~
~~sont toujours plus faciles à manier que~~
~~ces gazomètres de grandes dimensions~~
tels qu'on en voit dans quelques usines.
~~Thermomètre~~ Celle de Westminster, à Londres,
dont le frais d'établissement se sont
élevés à 18 millions de francs en 40,
tour d'une capacité moyenne.
En France, où la fonte coûte davantage,
un établissement de la même importance
côûterait sans doute beaucoup plus. Or
celle, on n'a que ^{aucune} donnée positive
à cet égard, parce que les propriétaires
des usines françaises ne publient pas
leurs comptes.

La dépense des cornues est considérable,
vue leur détérioration rapide; mais comme
il n'y a que la partie inférieure exposée
à l'action du feu, on la fait de deux
pièces; celle qui est à la partie supérieure

peut servir pendant très-longtemps; l'autre
est la seule qu'il faille renouveler tous les
3 à 6 mois. Elles s'ajustent l'une sur l'autre
& se fixent avec des boulons. La fonte grise
est mieux que la fonte blanche pour les
cornues. Une cornue de ce genre coûte 7 à 800.

Le prix de la houille est porté à 70. c. par
celui de cette année, parce que la sécheresse
en a rendu le transport difficile; mais
elle coûte moins ordinairement.

À 6. c. par bec de lumière, c'est trop peu
pour que les fabricants de gaz trouvent un
bénéfice proportionné à leur mise de fond;
ils pourraient exiger une augmentation
sans que les consommateurs fussent lésés,
car un bec de gaz équivalent, par l'intensité
de sa lumière, à deux lampes d'argand
qui dépendent pour 10. c. d'huile par heure.

Le coke résidu donne ~~de~~ produits
certain, maintenant qu'il est très
recherché, même pour le chauffage des
appartements où il est plus avantageux
qu'aucune autre espèce de combustible.
Le rayonnement de sa chaleur est plus
continu.

La 2. e formule offre le résultat comparatif
de l'éclairage par le gaz ou par l'huile, d'une
grande filature où l'on travaille jour & nuit.
Il y aurait annuellement 13 à 14000. f. de
bénéfice à substituer le gaz à l'huile. (C)

S.^e Secou. 176 49.

supp. à la note (*) S.^e Secou 175

houille 2751^h X 12 = 33012 par an.

Coke 2070 X 12 = 23800 ug

Coke rest. à vendre 928

$\frac{33012}{3320} = 9.35$ par bec et par an.

6^c X 4 X 365 = 87.60. ug ug

Un capitaine employé dans l'établissement
s'élevait à 3,600,000.

Sépense annuelle.

houille 33000 X 5 = 165000

Inter. de 3600000 = 180000.

Comman, rep. an 4. 100000

445000.

Produit

3320 X 87.60 = 29228.

Coke 928 X 3. = 27636

Goudron 4. = 20000

362864

D'avantage que cette
fabrique de gaz
faut considérer que
la cendre concentrée que
on en dépense localement
est bien moindre que
celle des conduits.
Au reste, cet exemple
ne s'applique qu'à
un cas qui est profitable

et en ligne de compte,
de ce genre comme dans
un autre qu'on ignore
conque a subi des
altérations en quelque sorte
irrégulières jusqu'à présent,
et changer pour pouvoir
en ont été perfectionnés.

il conviendrait d'avoir
une grande, & surtout
où il se consomme
et de ces usines pourrait
royal qu'elle servirait

(*) En 1831 l'estime du faubourg de l'Estimien avait 12 cornues
en activité de service; elle alimentait 3320 becs de lumière;
elle distillait 2751 hectolitres de houille par mois et consommait
2070 hectolitres de coke dans ses fourneaux. Le prix du bec de
lumière était de 6.^c par heure. La quantité de houille nécessaire
par bec et par an est de 9 hectolitres. (Livre 179 64)

pre
est
Pa
de
que
con
cel
en
de
pe
bo
il
fo
ca
de
q
Ca
te
a
4
2
e

msp

Des éclairage par le gaz ou par l'huile, dans
grande filature où l'on travaille jour & nuit.
Il y aurait annuellement 13 à 14000 f. de
bénéfice à substituer le gaz à l'huile. (C)

S.^e Secon. 176 49.

paraîtra peut-être contradictoire avec ce qu'on a dit plus haut du peu d'avantage que cette exploitation procure aux fabriques de gaz de la Capitale; mais il faut considérer que dans un établissement aussi concentré que peut l'être une filature, les dépenses locales sont proportionnellement bien moindres que dans les grandes usines; celle des conduits y est presque nulle. Au reste, cet exemple n'est pas le seul où une entreprise qui est onéreuse dans certains cas est profitable dans d'autres. (b)

Il faut mettre aussi en ligne de compte, dans les établissements de ce genre comme dans beaucoup d'autres, le dommage qu'on éprouve lorsqu'un procédé quelconque a subi des modifications qui paralysent en quelque sorte l'appareil dont on s'est servi jusqu'alors, & qu'on est obligé de changer pour pouvoir rivaliser avec ceux qui ont été perfectionnés. (*)

(b) s'il en est ainsi, il semble qu'il conviendrait d'avoir plusieurs petites usines au lieu d'une grande, & surtout de les placer au centre des quartiers où il s'en consomme le plus de gaz. Par exemple, une de ces usines pourrait être dans le voisinage du Palais royal qu'elle servirait exclusivement.

(*) En 1833 l'usine du faubourg de la Chapelle avait 12 cornues en activité de service; elle alimentait 3330 becs de lumière; elle distillait 2781 hectolitres de houille par mois et consommait 2040 hectolitres de coke dans ses fourneaux. Le prix du bec de lumière était de 6.^c par heure. La quantité de houille nécessaire par bec et par an est de 9 hectolitres. (Ann. 1399)

30.

Chimie
appliquée aux arts.

6.^e leçon.

Jeudi 1^{er} Decr 1827.

Lettre sur l'éclairage. - Pour substituer aux cornues dans la
distillation de la houille. = De la théorie de la chaleur.

formules écrites sur la planche avant la
leçon.

1.^{re} Application utile de la science de
la chaleur.

(C'est la même que la 1.^{re} de la 6.^e leçon
du D.^r Courc, intitulée Pyrotechnie.)

2.^e (C'est aussi la même que la 2.^e de la
leçon surditée sur la valeur calorifique des
combustibles.)

Appréhension de la quantité de chaleur. (a)

Une calorie est la quantité de chaleur qui chauffe
d'un degré centigrade un K.^m d'eau.

	Calorie
1 K. ^m d'eau à 100°	= 100
1 de vapeur d'eau	= 650.
1 de fer à 100° = $\frac{1}{8} \times 100$	= 12.5
1 de cuivre à 600 (au rouge) = $\frac{1}{8} \times 600$	= 75
1 de cuivre à 2000 (au blanc) = $\frac{1}{8} \times 2000$	= 250.
1 d'air à 100° = $\frac{1}{4} \times 100$	= 25.
1 de mercure à 100° = $\frac{1}{97} \times 100$	= 33.
1 de vapeur de mercure = $\frac{650}{12}$	= 54.17
1 de vapeur d'alcool absolu	= 250.

(a) leçon du 4 Janvier 1827.

Une nouvelle lettre adressée au Propriétaire lui demandait s'il ne serait pas possible de substituer quelqu'autre substance à la houille ou à l'huile pour la fabrication du gaz de l'éclairage, & de remplacer autre par un autre combustible la houille qu'on emploie à cette distillation.

Il a répondu que plusieurs matières hydrogènes, telles que les graisses, les résines, l'huile essentielle de ^{terre benjoin} ~~terre benjoin~~ le bitume naturel qu'on trouve dans les environs de Gènes, dans les dépens du Bas-rhin et de la Prusse pourraient être employées avec ^{avantage} ~~avantage~~ à l'extraction du gaz, puisqu'elles en contiennent autant que l'huile à brûler, ^{et qu'elles coûtent moins} cependant les essais qu'on en a faits jusqu'à présent n'ont pas encore complètement réussi; la marche de l'appareil est irrégulière, le gaz vient par bouffées; enfin on y a renoncé. Il faut en perfectionner le procédé avant de s'y livrer de nouveau.

Tous les combustibles peuvent remplacer la houille dans le foyer; il ne s'agit que de choisir celui qui coûte le moins. Mais les Comptes qui nous sont donnés pour exemples ne sont jamais positifs; ils ne sont qu'approximatifs et basés sur les prix des choses dans telle ou telle localité; ~~mais~~ les résultats doivent donc nécessairement changer suivant les lieux.

60 K bois = 40 K houille.

Un perfectionnement important dont le professeur a bien voulu nous parler dans la dernière leçon, a été imaginé depuis quelque temps à Londres dans la fabrication du gaz de la houille; il consiste à remplacer les cornues de fonte par un four semblable à ceux des boulangers. On y met la houille à distiller & on fait le feu dessous; après avoir laissé échapper les premiers produits gazeux par une ouverture pratiquée au sommet, on ferme cette ouverture, & au moyen d'une pompe aspirante mue par une machine à vapeur, on transmet le gaz dans le gazomètre. Si on n'aspirait pas ainsi le gaz, il éprouverait une trop forte pression dans le four & pourrait se dégager par ^{de nombreux} fissures ou même produire une explosion. Il semble qu'il serait encore possible de supprimer la pompe en rendant le gazomètre plus léger, et en y faisant seulement un vide équivalant à un pouce d'eau (0.027). Ce procédé est analogue à celui de la carbonisation du bois dans les forêts. La combustion de la houille est étouffée dans le four comme celle du bois que l'on convertit en charbon.

On peut objecter que l'air s'introduit dans le four quoiqu'il y existe un vide au moins partiel; mais ^{cela serait sans danger} ~~c'est sans danger~~

parce que son origine se combine avec le
 carbone de la houille, le danger existerait
 peut-être avec le gazomètre rendu plus léger,
 parce que l'air pourrait s'y introduire aussi
 et s'y mêler à l'hydrogène avec la propriété
 comburante. Au reste, il est facile d'obvier
 à ces inconvénients. S'inventant de ce procédé
 prétend qu'il rend inutile les appareils d'épuration,
 parce qu'il n'y a plus d'hydrogène sulfuré; mais #

De l'application de la théorie de la
 chaleur que nous avons maintenant à étudier,
~~se rapporte~~ se rattachent principalement aux
 phénomènes de la combustion. Nous devons
 les considérer sous le double rapport des
 combustibles et de l'air qui les dissout en s'y
 combinant, à l'aide d'une haute température,
 pour les faire passer à l'état de gaz. (a)

il y a du gaz acide sulfurique qui n'est guères moins
 nuisible que le précédent et qu'il faut par conséquent
 absorber aussi, ce qui, toutefois, n'est pas difficile. La
 plus grande difficulté paraît être dans la transmission
 de la chaleur qui doit être très-ardente et qui pourrait
 même réduire en fusion les briques du four. Ce mode de
 distiller la houille en occasionne aussi une plus grande
 consommation que l'autre; il ne pourrait donc guères
 convenir que dans les pays où elle est à très-bas prix.

(a) V. le Bulletin de la 6.^e leçon du 2.^e cours. Le
 sujet est absolument le même, et il a été traité;
 quant au fond, de la même manière. Quelques
 notions nouvelles y ont en outre été ajoutées après la
 leçon d'aujourd'hui.

§4.

Chimie
appliquée aux arts.

7^e leçon.

Lundi 19 Décembre 1828.

Suite de la chaleur. - Du thermomètre. - De la diffusion
de température avec la même quantité de chaleur.

formules écrites avant la leçon.

1^{re} Problèmes de chaleur.

(V. le 1^{er} problème de sytérisme au Bulletin
de la 7^e leçon de 8^e cours.)

2^e Bain en été. (l'eau à la temp. de 10°
12 bain de 200^k. d'eau par heure à 40 degrés
 $= 3600 \times 40 - 10 = 3600 \times 30 = 108000$ calories.
Charbon $= \frac{108000}{7080} = 15^k 52.$

3^e Bain en hiver; (l'eau à 0°)
Chaleur $= 3600 \times 40 = 144000$ calories.
Charbon $= \frac{144000}{7080} = 20^k 42.$ Bois $= \frac{144000}{3000} = 48^k$

4^e Bain, l'eau étant gelée & à 0°
Chaleur $= 3600 \times 40 + 78 = 3600 \times 118 = 411000$ calories.
Charbon $= \frac{411000}{7080} = 58^k 70.$

5^e Combustion du charbon dans l'air.

1 mètre cube d'air à 0° $= \frac{1000}{770} = 1.298.$ $\left. \begin{array}{l} \text{Oxig. } 21\% \\ \text{Azote } 79\% \end{array} \right\}$

air $\left. \begin{array}{l} 0.210 \text{ oxygène} \times 1.431 = 0.301 \\ 0.790 \text{ azote} \times 1.262 = 0.997 \end{array} \right\} 1.298.$

$$\begin{aligned}
 1. \text{K}^{\text{un}} \text{ d'acide carbonique} &= \left\{ \begin{array}{l} \text{Oxygène} \cdot 0.726.40. \\ \text{Charbon} \cdot 0.273.60 \end{array} \right\} 1000. \\
 2. 650 \text{ --- us ---} &= \left\{ \begin{array}{l} \text{Oxygène} \cdot 2.650. \\ \text{Charbon} \cdot 1. \text{ " } \end{array} \right\} 2.650. \\
 1. 377. \text{ --- us ---} &= \left\{ \begin{array}{l} \text{Oxygène} \cdot 1. \text{ " } \\ \text{Charbon} \cdot 0.377. \end{array} \right\} 1.377.
 \end{aligned}$$

Air atmosphérique équivalant à 2.65. Oxygène.

$$232:1000::265:X = \frac{265000}{232} = 11.42 = 8.78^{\text{mt. co.}}$$

Poids de l'air brûlé = $11.42 + 1 \cdot \text{Charbon} = 12.42 = 8.78^{\text{m. ch.}}$

Volume d'air à 10.55. = $8.78 + \frac{10.55}{267} = 9.12$ (ou plutôt 8.82.)
car $\frac{10.55}{267} = 0.04$

On suppose 10 mètres, et on double cette quantité pour obtenir une bonne mesure.

Il a été dit, dans la 2^e formule de la 2^e leçon, que le bois absolument sec donne plus de chaleur que celui dont on se sert habituellement & qui contient 0.20 d'eau; en effet, avec le premier, on obtient 3666 calories par kilogramme & avec le second 2880 seulement. Cependant on remarque généralement que le bois vert, une fois enflammé, chauffe plus que l'autre, résultat analogue à celui que produisent les forgerons lorsqu'ils jettent un peu d'eau sur leur charbon en combustion dont l'intensité paraît

alors se ramener.

Ces réflexions ont été fournies à M. Clément dans une lettre dont il nous a donné lecture & où on le priait d'expliquer cette espèce d'anomalie, quoiqu'on fut loin de vouloir révoquer en doute l'exactitude de la formule. Il a répondu que de semblables observations ont aussi été faites par Rumford, & qu'on ne peut en contester la justesse; mais il ne faut pas confondre la quantité de température qui augmente dans cette circonstance avec la quantité de chaleur qui produit un poids donné de boir brûlant dans un espace limité tel que le calorimètre de glace dont on a parlé. Ici, le boir sert fondrait bien moins de glace que le boir & c'est à poids égal.

Quant à la comparaison avec l'effet obtenu en jetant de l'eau sur du charbon incandescent, il faut encore distinguer l'action de l'eau. Cette action est toute mécanique & non chimique; c'est parce que l'eau coule & comprime l'air qui est dans le foyer que ce fluide en acquiert grand d'effet et augmente l'intensité de la combustion.

M. Clément a ajouté qu'on ne devait jamais craindre de lui déplaire en lui adressant des observations sur les résultats qu'il nous présente; il a dit qu'il ne fallait pas trop compter sur l'autorité du Professeur. Il nous engage au contraire à les examiner & les vérifier soigneusement, fût-ce même avec l'intention de le trouver en défaut. C'est le seul moyen de les bien comprendre & de nous les approprier.

Après cette déclaration aussi franche que modeste, et ~~après cette explication~~ il a continué ~~et par là même lui a témoigné sa satisfaction~~ l'examen des applications de la chaleur; il a répété à cet égard une partie de ce qu'il avait dit l'année dernière sur le même sujet. (V. le Prin de la 7^e leçon du 1^{er} Cour.)

Le Thermomètre, qu'on regarde communément comme un instrument mesurant la chaleur, n'en mesure que la tension & non la quantité. Il en est de même du baromètre relativement à l'air atmosphérique; c'est la force expansive de ce fluide & non la quantité qu'il mesure.

Lorsqu'on se sert du Thermomètre

Et si l'on s'agit d'échauffer de l'air ou de l'eau, on connaîtrait, d'après ces principes, la quantité de combustible à consommer pour donner à l'air une température déterminée. Il suffirait d'évaluer le poids, de diviser ce poids par 4, nombre indiquant le rapport de la chaleur spécifique de l'eau à celle de l'air, puis de multiplier le quotient par le nombre de degrés de chaleur à donner à l'air; le produit exprimant le nombre de calories serait ensuite divisé par la valeur calorifique du combustible, et ce dernier quotient indiquerait la quantité de combustible rigoureusement nécessaire.

(Soit, par exemple, 200 mètres cubes d'air à porter de 4° à 20° ; on aura: $200 \times 1,25 = 250 \text{ K. mètres}$ et $250 = 100 \text{ K.}^{\circ}$ d'eau; or $100 \times 20^{\circ} = 2000 \text{ calories}$; et $2000 = 0,67 \text{ de bois}$. Voilà la théorie; mais dans la pratique il est impossible d'échauffer de 20° un espace de 200 mètres cubes avec une aussi petite quantité de bois.)
(24 X ou 1827.)

pour déterminer la quantité de chaleur contenue dans un corps, il faudrait avoir égard à la chaleur spécifique de ce corps, à moins que ce ne soit de l'eau, parce que la chaleur spécifique de ce liquide est toujours prise pour unité & pour terme de comparaison. Par exemple, la quantité de chaleur contenue dans 100 K. d'air est la même que celle qui se trouve dans 25 K. d'eau, à égalité de température, parce que la capacité de l'air pour la chaleur n'est que le quart de celle de l'eau; et la densité de l'air étant autre 770 fois moindre, il s'ensuit qu'un volume donné d'air renferme 3080 fois moins de chaleur qu'un semblable volume d'eau, lorsque le thermomètre indique la même température pour ces deux corps. (a)

M. Clément trouve quelques inconvénients dans les divisions actuelles du thermomètre; il en avait proposé une autre, de conce-

(a) C'est pour cela sans doute qu'on peut tenir la main pendant fort longtemps dans l'air à la température de 100° , et qu'on ne la tiendrait pas impunément pendant une seconde dans l'eau bouillante.

avec M.^r Desormes; elle consisterait à adopter le terme de 1000° Degré pour la glace fondante & celui de 1375° pour l'ébullition de l'eau. Les températures inférieures à celle de la fusion de la glace seraient donc toujours indiquées par des nombres positifs, et cette division se prêterait beaucoup mieux à l'évaluation de la dilatation des gaz. (A)

Nous avons vu que la combustion d'un K^m de Charbon peut fondre $94 \frac{1}{2}$ K^m de glace dans le calorimètre; quelle que soit la durée de l'opération, en une minute ou une heure, les résultats seront les mêmes relativement à la quantité de chaleur; mais il y aura une grande différence de température; elle sera très-élevée dans le 1^{er} cas & très-faible dans le second.

La chaleur spécifique de l'eau à l'état de glace est moindre qu'à l'état liquide; c'est pourquoi la fusion

de température
produirait une
augmentation = 0.001.
de volume primitif.

(A) En effet, tous les fluides élastiques se dilatent d'un 267° (ou $266 \frac{2}{3}$) de leur volume primitif à chaque degré du thermomètre centigrade, c'est une loi, sans exception, aussi un volume quelconque d'un gaz élève sa température de 100° qui est celle de l'ébullition de l'eau, et est accrue de $\frac{100}{266 \frac{2}{3}} = \frac{300}{800} = 0.375$. Donc, suivant la division thermométrique proposée par M. Clément, chaque degré d'élévation #

exige 75 calories ou 75° de chaleur par kilogramme. Celle qu'elle absorbe dans cette circonstance augmente sa capacité qui, de 720 qu'elle était dans la glace, devient égale à 1000 après la fusion.

L'explication des formules, qui a terminé la séance, a été donnée presque dans les mêmes termes que pour celles qui leur sont analogues dans la 7^e leçon du cours de l'année dernière.

Chimie
appliquée aux arts.

8^e leçon.

182 84.
Jeudi 22 Xbre 1828.

Suite de la chaleur. - De l'ascension de l'air
dans les cheminées.

formules écrites avant la leçon.

1^{re} Chute des corps. (V. la dernière
de la 7^e leçon du cours précédent.)

2^e Ascension dans une cheminée
de 20 mètres de hauteur, température
atmosphérique à zéro :

1^o De l'air pur à 100^o. (V. la 1^{re}
formule de la 8^e leçon dudit
cours.)

2^o De l'air saturé de **charbon**.
(V. les 2^{es} & 3^{es} formules *ib* *ib*)

3^o De l'air à demi saturé de
charbon. (V. la 1^{re} f^{le} de la 9^e leçon *ib*)

3^e Descente de l'air brûlé saturé, refroidi à zéro.
Cheminée descendante 4^o. (V. la 3^e formule
de la 8^e leçon *ib*)

L'explication de ces formules a fait l'objet
de la leçon d'aujourd'hui qui, par conséquent
et au moyen de quelques additions, se
trouve entièrement dans les leçons correspondantes
et mentionnées ci-dessus du dernier cours.

62. Chimie
appliquée aux arts.

9^e Leçon.

Lundi 26 Xbre 1823.

Correspondance. — Suite de la chaleur et de
l'ascension de l'air dans les cheminées.

Formules écrites sur le Tableau.

1^{re} Descende de l'air à demi brûlé,
refroidi à zéro, par une cheminée de 20 m.

(Elle est composée des mêmes éléments
que la 5^e de la 8^e leçon du d^r cours
et la 1^{re} de la 9^e leçon. Elle donne
pour résultat un mètre cube d'air
parti en une seconde par une section de 0.2

2^{re} Ascension de l'air à demi brûlé à

(C. la 1^{re} f. de la 9^e leçon du d^r
cours. C'est la même que la 3^e partie
de la 9^e f. de l'ind^{re}; M. Flimant a
eu devoir la répéter aujourd'hui,
ayant à en faire l'objet principal
de la leçon.)

3^{re} Chaleur perdue par une cheminée

(C. la 6^e f. de la 8^e leçon.)

~~avec une température intérieure~~

Le professeur a répondu aujourd'hui à une lettre qu'il avait reçue lors de la dernière leçon & dans laquelle on lui soumettait quelques réflexions sur les moyens de diminuer les pertes de chaleur durant la combustion.

L'auteur de cette lettre ayant remarqué que l'azote qui forme les $\frac{4}{5}$ de l'air atmosphérique emporte une partie de la chaleur produite, pensait qu'on pourrait substituer avantageusement de l'oxygène pur à l'air qui brûle dans le foyer.

Sans doute, a dit M. Clément, par ce procédé on économiserait toute la chaleur absorbée par l'azote & qu'on peut évaluer à un tiers de celle qui est produite; mais on n'a pas réfléchi à la dépense qu'occasionnerait la production de l'oxygène qui revient à 11.^e

Le K^{ue} par les moyens les plus économiques, comme on verra ~~il faut 1. K^{ue} pour la saturation~~ d'un K^{ue} de charbon, il en faut 2. K^{ue} 65. qui coûteraient par conséquent 20.5^e. Ainsi, on dépenserait 30.^e pour économiser environ 5 centimes, valeur du charbon qui représente la chaleur que l'azote emporte.

On lui demandait encore si on ne pourrait pas empêcher la perte de chaleur ~~du foyer~~ par le rayonnement, au moyen d'une enveloppe intérieure en fonte qui laisserait entre elle & la paroi un espace qu'on emplirait de charbon. Il a

répondre que c'était impraticable, et
qu'il y avait des questions de chaleur
tout-à-fait inévitables.

Après cette réponse, il a de nouveau
invité ses auditeurs à lui adresser toutes
les questions qu'il leur plaira sur
l'objet de son leçon; ces communications
lui font toujours le plus grand plaisir,
autre qu'elles peuvent s'éclaircir sur
le degré de notre instruction, et sur
notre plus ou moins d'aptitude à
bien saisir les principes qu'il nous
enseigne, et le diriger dans le choix
des matières à traiter, ainsi que
dans la forme sous laquelle il croit
le mieux de nous les présenter.

Il a ensuite repris l'exposé
des notions sur le tirage des
cheminées, et craignant de n'avoir
pas été suffisamment compris dans
la dernière séance, il a répété une
grande partie de ce qu'il en avait
déjà dit. (V. en conséquence les 8.
et 9.^e leçons du dernier cours.)

Chimie appliquée aux arts.

10^e Leçon.

1846
Jeudi 29^e Decr 1825.

Suite de la charbon. - Du soufflet de forge. -
Appareil fumivore.

Formules ~~et~~ tracées avant la
leçon.

1^e Soufflet de forgeon.

(cf. la 2^e de la 9^e leçon du dernier
cours. Sont quelques transpositions,
c'est la même chose.)

2^e Grand soufflet de Myetirtheidwill (Says
De Gallen.)

Diamètre du cylindre = 2^m.28.

Course du piston = 2.74^p.

Capacité = 2.28 x 2.28 x 0.785 x 2.74^p = 11.20. ^{mc.}

Charbon brûlé; maximum = $\frac{11.20}{10} = 1.120$ par
coup de piston.

Nombre de coups par minute = 12.

Charbon brûlé par l' = 12 x 1.20 = 14^k.40.

idem par heure = 14.40 x 60 = 864^k.

3^e Section ordinaire dans les soufflets cylindriques.

Cette pression = 2.50. d'eau = 2.5 x 800 = 2000^m. d'air.

Vitesse = $\sqrt{19.62 \times 2000} = \sqrt{39240} = 198^m.$

Il a cependant la densité d. l'air augmentée par la
surcroît de pression et en raison directe; elle est donc
de 616 = $\frac{770 \times 1}{1.25}$, ce qui réduit la pression dans le soufflet
à 1540 = 616 x 2.5 et la vitesse à 174 = $\sqrt{19.62 \times 1540}$.

(a) le rapport de la densité de l'eau à celle de l'air n'est
réellement que de 770; c'est pour simplifier les calculs que le
professeur l'a porté à 800. Au reste, cela ne fait qu'une différence
de 2 mètres dans la vitesse; car 2.5 x 770 = 1925, et $\sqrt{19.62 \times 1925}$
= 196.

M. Clément a noté cette
nouvelle densité = 577.5;
mais c'est une erreur.

En parlant dans la dernière séance,
de l'avantage probable qu'il y aurait à
substituer à la cheminée des bateaux à vapeur,
un ventilateur qui serait mû par une portion
de la puissance mécanique de la machine même.
M. Clément avait cité des usines où l'on
emploie des moyens analogues au lieu du
feu pour broyer le minéral. ~~Après~~ Cette
remarque était accidentelle et tout-à-fait
étrangère à l'objet de la leçon; cependant
un de ses auditeurs lui a communiqué à
cet égard quelques observations d'où il
paraîtrait résulter qu'on est obligé de calciner
le minéral. Le professeur a répondu en peu
de mots que ces cas-là sont rares et qu'en
général ~~il vaut mieux employer une puissance~~ ^{il emploie} ~~une~~ ^{une} puissance
mécanique est préférable à celui du feu
pour broyer les substances minérales.

Il a ensuite lue l'invitation de
lui adresser toutes les réflexions qui nous
seront suggérées par la matière qu'il
traite dans ses leçons. Il nous a même
engagé à les lui adresser par la poste, et à
n'être pas retenu par la crainte de lui
causer quelques dépenses de port de lettres.
En les recevant chez lui, il aura le temps

De lire & d'en méditer l'objet, au
besoin, afin de pouvoir y répondre d'une
manière plus catégorique qu'il ne le
ferait après une lecture rapide comme
celle des lettres qu'il reçoit immédiatement
avant la leçon. (V. la 7^e leçon.)

~~Explication des formules ci-dessous~~
L'explication des formules ci-dessous
concernant l'usage des soufflets de
forge a rempli la reste de la séance.
~~Sur~~ Les notions qu'il en a données
et qui se trouvent déjà dans la 9^e leçon
du dernier cours, il convient d'ajouter
les suivantes.

L'usine du pays de Gallen qui
emploie le soufflet dont il est question
dans la 2^e formule, a 14 haute fourneaux
dans chacun desquels on traite 10000 K.
de fer par jour. Toute colossale que
paraît cette usine, il y en a de plus
considérables encore. On cite entre autres
un fabricant de fer qui a consommé à
lui seul plus de charbon, l'an dernier,
que toutes les mines d'Auzin & de Flandre
n'en ont fourni, quoiqu'elles soient

exploitation par 40 machines à vapeur. (b)

Pour que le haut fourneau ne souffre pas des variations de quantité d'air que le soufflet y introduit, on a des régulateurs qui sont des réservoirs à air placés entre le fourneau et le soufflet. Ce sont ordinairement de vastes caves voûtées dont le fond est couvert d'eau et communique avec un étang.

Dans quelques usines, c'est une boule en tôle de 10 à 12 mètres de diamètre, au lieu d'une cave. Le procédé de la boule paraît plus économique que l'autre. (c)

On emploie aussi des trombes pour souffler dans quelques usines; leur mécanisme est simple; mais elles prodiguent la force motrice. Sous ce rapport, il n'est avantageux de

(b) Par exemple, celle que M. Clément a citée dans la 8^e leçon de l'an dernier, & qui consomme 400 000 K^g de charbon ^{par jour} est bien plus importante que celle du haut fourneau qui, à 88^e K^g par heure & par haut fourneau, n'en consommerait que $286472 = 882 \times 14 \times 24$.

(c) A 12 mètres de diamètre, la capacité est d'environ 900 mètres cubes; il faut donc plus de 800 m³ de soufflet pour la remplir. $80 \times 11.20 = 896$.

De les employer que dans des pays
où il se trouverait une chute d'eau
dont on ne pourrait tirer aucun autre
parti & qui serait par conséquent sans
valeur.

Il importe que l'air transmis par
le soufflet dans les hautes fourneaux
ne soit pas humide, car il pourrait
détériorer la fonte en l'oxidant. C'est
ce qu'on a éprouvé dans un essai qu'on
a fait à Paris, il y a 5 ou 6 ans, d'un
soufflet d'une construction analogue à
celle de l'instrument connu en physique
sous le nom d'Eolipile, d'où la vapeur
~~sort avec force~~ sort avec force par une
très-petite ouverture. Quand on dirige cette
vapeur sur un foyer, elle augmente l'intensité
de la flamme; mais c'est parce qu'au
sortir de l'instrument elle se développe
sur une grande surface & entraîne
vers le foyer l'air ambiant qu'elle trouve
sur son passage.

Enfin, le Professeur a terminé la leçon
par quelques mots sur l'appareil
furnivore dont il est question dans
les 28^e & 29^e leçons du cours de
l'année dernière.

70. Chimie
appliquée aux arts.

11^e Leçon.

Lundi 2 Janvier 1826.

Suite De la chaleur. — De la production
de la vapeur.

formules écrites sur le tableau.

1^o Production de 1000 K^m de vapeur par heure
Chaleur = $1000 \times 650 \text{ Calorien} = 650000 = 160 \text{ K}^{\text{m}} \text{ charbon. (est)}$
Eau bouillante $\frac{650000}{100} = 6500 \text{ K}^{\text{m}}$
Eau à 40^o pour baine = $\frac{650000}{40} = 16250 \text{ K}^{\text{m}} = 16 \text{ baine de } 1000$
Indiennes (teinture et blanchiment) = 40000 pièces de 24 aune
Blanchiment de coton = 100000 pièces de calicot.

2^o Mouillage des charbons pour la combustion.
Hypothèse la plus favorable, mais probablement
fautive.

1 K^m Houille; Chaleur = 7050 Calorien.
0.200 Eau de mouillage contenant 0.0224
d'hydrogène à 22123 Calorien = 486 Calorien
Total $0.200 \times 650 = 130.$
Gain --- = 336. Soit 336
on dit que 2.60. Charbon = 32.

3^o Résultats de l'appareil fumivore de J. B. L.
sur 2 chaudières { longueur 8 m^{tr} env. } hauteur de
{ largeur 1.65 } chauffe = 0.5
Surface chauffée, environ 26 m^{tr} carrés.
Houille brûlée en 2 h^{rs} 28' = 913 K^m vapeur faite = 7616
Soit 1 K^m houille pour 8.33 de vapeur.
ancien foyer 1 m^{tr} 7.33
1 m^{tr} 9^e de surface chauffée = 23.50. vapeur par h^{rs}

Deux nouvelles lettres ont été écrites au
Professeur depuis j'ai vu la dernière.

Dans l'une on s'informe qu'il existe à
Paris un fourneau de M. Savailon qui sert
à la revivification du charbon animal pour
la raffinerie de sucre, et qui procure une
très-grande économie de combustible, au
moyen de vapeur d'eau projetée sur le
charbon incandescent; on prétend que cette
économie est de plus de $11/2$, puisqu'on
obtient avec une quantité de charbon de la
valeur de 2^{fr} 60. le même résultat qu'au-
paravant avec une autre quantité de ce
combustible valant 32^{fr}.

M^r Clément a répondu que si ces
résultats sont exacts, ils sont tout-à-fait
inexplicables par la théorie, ainsi qu'on le
voit dans la 2^e formule ci-dessus; en effet
l'eau nécessaire de l'humectation d'un K.
de charbon au degré suffisant pour augmenter
l'intensité de la combustion, ne peut y
ajouter que 356 calories, ce qui ne fait
qu'environ 5 p¹⁰⁰. (et la 1^{re} leçon du 3^e cours.)

Il se pourrait même, d'après des observa-
tions récentes de M^r Feltz, publiées dans les
Annales de chimie, qu'il n'y eût aucun
excès de chaleur réelle; car suivant

Mr. Pelter, il faut qu'un combustible soit saturé d'oxigène pour en obtenir toute la chaleur qu'il est dans le cas de produire; or l'hydrogène de l'eau étant déjà saturé d'oxigène avant l'emploi qu'on en fait pour humecter le charbon, ne doit plus être susceptible de fournir de la chaleur.

Cependant il est certain que lorsqu'on projette une petite quantité d'eau sur un foyer ardent, elle se vaporise et le feu en acquiert beaucoup d'intensité; mais cela s'explique par l'effet du tirage que la vapeur rend plus actif, à raison de sa densité qui est moindre que celle de l'air, dans le rapport de 10 à 16.
(V. les 4^{es} & 12^{es} leçons du 2^e cours.)

On demandait dans l'autre lettre si il était réellement impossible de saturer l'oxigène de l'air par la combustion, et si l'air brûlé qui serait sans oxigène n'emporterait pas moins de chaleur que l'autre. On citait à cet égard l'exemple des hauts fourneaux où la saturation

De l'air doit être complète.

Le Professeur avoue que ces remarques peuvent être justes, mais il ^{dit aussi} a ajouté que dans les cas ordinaires la saturation complète de l'air est impossible, qu'il y a des pertes de chaleur qu'on ne peut pas éviter, et que le seul moyen d'utiliser celle que l'air brûlé emporte, est celui qu'il a indiqué précédemment, de le faire servir à chauffer de l'eau contenue dans un serpentin glacé dans la cheminée. Il a ajouté qu'une plus longue digression sur ce sujet serait sans intérêt.

Nous passons donc à l'objet spécial de la leçon de ce jour, c'est-à-dire, à la continuation de l'examen des principes de la production de la chaleur ^{et de la vapeur} et des conditions d'une bonne combustion. (Et à cet égard les 10^e & 11^e leçons du d^r cours) ^{lequel suit en un instant}.

La houille contenant des matières bitumineuses & volatiles propres à donner de la flamme, est préférable dans beaucoup de circonstances, comme, par exemple, pour

fondre le minéral, pour la fabrication
de la fonte, pour cuire la porcelaine &
la poterie, &c.

Lorsqu'on veut renouveler la charge
d'un foyer, si on en met une grande quantité
il se fait une fumée épaisse, parce que
le charbon froid ne peut se brûler aussi
rapidement qu'il le fondeait; et ^{cette} fumée
se compose de matières combustibles qui
se dégagent ainsi en pure perte. Cet
inconvenient n'est pas à craindre avec
l'appareil fumivore à trémie dont on
a parlé dans la dernière séance,
parce qu'il ne projette sur le foyer que la
quantité de charbon qui doit se consumer
entièrement dans un temps donné. Un
autre avantage résultant de l'emploi de
cet appareil consiste en ce qu'on n'est plus
obligé d'ouvrir la porte du fourneau
pour charger la grille du foyer, opération
qui se renouvelle tous les quarts d'heure
par l'ancien procédé et qui occasionne
une perte de chaleur qu'on évalue à 8 p. 100.

Un appareil de ce genre, exécuté par
M. Collier, mécanicien à Paris, est en
activité chez M. . . . fabricant de
Calicots, rue de l'Oursine.

M. Parkin avait imaginé un appareil au moyen duquel le combustible en ignition s'était en contact avec la surface même de la chaudière; mais il en est résulté une ébullition si considérable que les parois intérieures de la chaudière n'étaient plus en contact avec l'eau; la vapeur seule les touchait; elles étaient donc promptement détériorées par l'action de la chaleur très-intense à laquelle elles seraient

L'oxydation d'un métal n'est l'origine de dégagement de la circonstance propre à la chaudière ne brûlerait et ramenant l'oxygène rendrait susceptible d'être

On se rappelle la base en y ajoutant des bandes toute l'attention des Savants sera parvenue et qu'à employer les propriétés aient procuré la combustion avec leur énergie pour Remonter à déjà de marche en fer présente

oxydation qui sont dues au prenant qui contiennent mettre à ajusté parerait.

la carcasse au substituer qu'il se détériore une autre

amener quelque instant qu'une on pourrait d'ailleurs; cette circonstance

Dont le qui circule Décrirait.

à l'action nous par tant in produira

une forme cylindrique n'est préférée cependant que parce qu'elle donne plus de solidité aux parois de la chaudière,

M. Faraday avait imaginé un appareil au moyen duquel le combustible en ignition était en contact avec la surface même de la chaudière; mais il en est résulté une ébullition si considérable que les parois intérieures de la chaudière n'étaient plus en contact avec l'eau; la vapeur seule les touchait; elles étaient donc promptement détériorées par l'action de la chaleur très-intense à laquelle

l'oxydation d'un métal n'est, comme on le sait, qu'une action électrique, dans laquelle l'oxygène se dégage de l'un des pôles pour se porter sur le corps qui se trouve ^{en contact} dans les circonstances propres à le recevoir, ne serait-il pas possible d'empêcher que les chaudières ne brûlassent en les composant de manière à former une pile électrique, et renvoyant l'oxygène qui y affluerait sur une portion de l'appareil que l'on voudrait susceptible d'être renouvelée à volonté?

On se rappelle la belle expérience qui a été faite sur le doublez de zinc, en y ajoutant des bandes de zinc. Quoiqu'il en soit, les résultats obtenus n'ont pas rempli toute l'attente des savants qui l'ont tentée, il faut espérer cependant qu'elle ne sera pas perdue et que d'autres applications plus satisfaisantes pourront conduire à employer les propriétés électriques comme agent dans l'industrie; soit qu'elles aient pour but la conservation des appareils, soit qu'on les fasse servir directement avec leur énergie particulière.

Ramont a déjà remarqué qu'il y a longtemps que les carrés de zinc avec un manche en fer présentent dans l'usage au point de contact des 2 métaux des frictions

une forme cylindrique n'est préférée cependant que parce qu'elle donne plus de solidité aux parois de la chaudière.

fondre le minéral, pour la fabrication
de la fonte, pour cuire la porcelaine &
la poterie, &c.

Lorsqu'on veut renouveler la charge
d'un foyer, si on en met une grande quantité
il se fait une fumée épaisse, parce que
le charbon froid ne peut se brûler ^{aussi} vite ^{qu'il} le doit. et la fumée

oxydation qui sont dues au dégagement d'électricité provoquent l'aggrégation du sel
qui contiennent le saucou. On voit qu'un morceau de zinc, convenablement
ajusté provoque à cet inconvénient en contribuant à la conservation de
la caravole aux dépens du zinc qu'il se renouvelerait à mesure
qu'il se déteriorerait. pourquoi, on le répète, ne pourrait-on pas
amener quelque chose de semblable dans une chaudière ?
On pourrait d'ailleurs tirer parti du métal que l'on ferait oxyder dans
cette circonstance en étudiant ses applications aux besoins des arts.

activité chez M. . . . fabricant
Calicote, rue de l'Ourine.

M. Watt avait imaginé un appareil au moyen duquel le combustible en ignition l'était en contact avec la surface même de la chaudière; mais il en est résulté une ébullition si considérable que les parois intérieures de la chaudière n'étaient plus en contact avec l'eau; la vapeur seule les touchait; elles étaient donc promptement détériorées par l'action de la chaleur très-intense à laquelle elles étaient exposées. Cependant on pourrait faire de nouveaux essais à cet égard, en prenant les précautions nécessaires pour ne pas mettre à nu la surface intérieure de la chaudière.

Depuis quelques années, on a substitué des chaudières cylindriques à celles d'une autre forme pour la production de la vapeur. Elles sont fort longues; mais on n'en chauffe ^{fortement} qu'une partie où sont placés les bouilleurs; cette partie est environ le tiers de la surface dont le reste n'est chauffé que par l'air brûlé qui circule autour; ainsi la puissance absorbante décroît-elle successivement. La portion exposée à l'action du foyer peut produire 70 K^{mes} de vapeur par mètre carré de surface, en une heure, tandis qu'à l'extrémité opposée, il ne s'en produira que 3 K^{mes}. Cette forme cylindrique n'est préférée cependant que parce qu'elle donne plus de solidité aux parois de la chaudière.

C'est un moyen de conservation seulement
car on utilise plus de chaleur avec les
chaudieres à fond plat; celles-ci peuvent
donner 30 K. de vapeur par mètre
quarré et par heure; les autres n'en
donnent que 25. Mais les parois
des chaudieres cylindriques étant plus
solides, on peut les faire
moins épaisses, et alors on obtiendra
une plus grande quantité de vapeur.

Cependant, quelle que soit la forme
il y a un inconvénient à leur donner
trop d'épaisseur, parce que la chaleur
qu'éprouvent les parois extérieures
étant beaucoup plus grande que celle
des parois intérieures, les premières
se dilatent beaucoup plus que les
autres, et il en résulte des gonflements
ou exfoliations qui mettent les chaudieres
hors de service. L'épaisseur ne doit
pas être de plus d'un centimètre.

12. 4. 1828.

Chimie
appliquée aux arts.

19^e Fev.

Jeudi 3 Janvier 1826.

Suite de la chaleur et de la production de la
vapeur.

Formules & figures tracées sur le tableau.

(1^{re}) Grand fourneau à vapeur.

1^o Effet demandé par heure. 1000 K. de vap. = 650000 Calor.

2^o Houille à brûler = 1000 = 167 en pratique.

3^o minimum théorique $\frac{650000}{2080} = 92$

Houille perdue = 78.

4^o Air nécessaire = $167 \times 20^m \text{ cb.} = 3340 \text{ mit. cub.}$

par seconde = $\frac{3340}{3600} = 0.93$.

5^o Hauteur de la cheminée donnée = 28 mètres.

6^o Température de l'air brûlé = 180^o.

7^o Densité de l'air à demi-brûlé = 0.667 de l'air atmosph.

8^o Perte motrice ou différentiel = $28 \times 16.67 = 8.33$.

9^o Perte = $\sqrt{19.62 \times 8.33} = \sqrt{163.43} = 12.80$

10^o Hauteur section du canal = $\frac{0.93}{12.80} = 0.072 = 7.20$

11^o Côté du quarré = $0^m 268$.

12^o Chaudière. Surface de chauffe = $\frac{1000}{25} = 40 \text{ mt. q.}$

(2^e) Chaudière. Longueur = 7.50. Diamètre = 2^m

Circonférence = $2 \times 3.14 = 6.28$.

Surface de la chaudière = $6.28 \times 7.50 = 47$. Moitié = 23.50.

Canal 7.50. Diamètre = 0.40. Circonférence = 0.40×3.14 .

= 1.256. Surface g. 42. Hauteur =

18.84

En ce pour la partie cachée

42.34

Net. Mt. g. 40.4

2.34

40.4

Fumivore de Gregon.
(V. la fig. 9^{le} 3^{le} bin.)

Le fumivore de Gregson que le professeur a dessiné sur la planche avait pour objet de démontrer que l'on peut introduire de l'air neuf dans un fourneau, pour achever la combustion des portions de matière gazeuses et combustibles que l'air brûlé entraîne avec lui; mais il faut une haute température pour que l'origine de cet air neuf puisse se combiner avec ces matières. Un semblable appareil vient d'être établi chez M. Samuel Joly à St. Quentin; on doit en faire connaître les résultats à M. Lémont qui nous les communiquera. A cette, a-t-il ajouté, le succès de ce procédé dépend beaucoup de l'adresse de l'ouvrier chauffeur et même de sa volonté jusqu'à un certain point. Tel ouvrier produira de la fumée avec un appareil fumivore; tel autre ne produira pas avec un appareil non fumivore. La qualité de la

12^e leçon. 192 79.

Bouille y contribue également.

Il a donné ces explications en réponse à une lettre par laquelle on lui demandait en outre si ~~l'on pouvait utiliser l'air de~~ l'air de Demi brûlé qui se dégage d'un ~~autre~~ foyer pourrait être utilisé dans un autre. Il n'a répondu autre chose à cette seconde question, sinon que c'est impraticable & que d'ailleurs cela ne vrait pas sans inconvénient.

Le reste de la séance a été consacré ^{au développement} ~~à l'explication~~ des ^{relatives à} ~~deux~~ formules ci-dessus ^{concernant} la production de la vapeur; les détails dans lesquels le professeur est entré à cet égard sont les mêmes quant au fond, que dans les 10^e et 11^e leçons du cours de 1^{re} année dernière.

Il a en outre fait connaître quelques-

une des principales emplois de la
 vapeur, en insistant particulièrement
 sur celui de la puissance mécanique
 dont on ne saurait trop vanter
 l'importance; et il a annoncé
 qu'il commencera l'exposé de la
 théorie de cette puissance dans la
 prochaine leçon.

Chimie
appliquée aux arts.

Lundi 9 Janvier 1826.

13.^e leçon.

Suite de la chaleur. — De la puissance mécanique et
des lois constitutives de la vapeur.

Formules & figures tracées sur le
tableau.

1.^{re} Puissance mécanique de la vapeur d'eau.
La puissance mécanique d'un corps au repos,
susceptible de se mouvoir spontanément, est égale
au produit de sa masse par la hauteur verticale
qu'il peut parcourir.

Celle d'un corps en mouvement est égale
au produit de sa masse par la hauteur génératrice
de la vitesse dont il est animé.

L'unité de masse admise est un mètre cube
d'eau = 1000 Kilog^{mes}.

L'unité de hauteur = 1 mètre.

L'unité de puissance mécanique est égale à
celle d'un mètre cube d'eau tombant d'un mètre
de hauteur. — On l'appelle Dynamie.

2.^e Lois constitutives de la vapeur.
(V. celle du même titre à la 10.^e leçon
du cours de l'année dernière.)

3.^e La figure dessinée est la même que celle N.^o 3
dudit cours, 10.^e leçon.

Les matières traitées dans la leçon de
 jour concernant la production de la puissance
 mécanique de la vapeur, sont rapportées
 dans les bulletins des 10^e, 14^e & 16^e
 bulletins du Cours de l'année dernière.
 J'y ai ajouté les nouveaux développements
 donnés aujourd'hui par le Professeur, ainsi
 que ce qu'il a dit sur l'emploi de la
 puissance mécanique de l'acide carbonique
 liquéfié, qui se rend à l'état de gaz.

Cette nouvelle application de l'acide carbonique
 a été imaginée par M. R. Murel, l'ingénieur
 français, chargé de diriger les travaux du pont
 qui se construit sur le chemin qui l'on fait en ce moment pour
 la Tamise à Londres, à un endroit où il était
 impossible de construire un pont, parce qu'il
 se trouvait au dessous des bâteaux où se
 rendent des vaisseaux de 15 à 1800 tonnes.

Chimie
appliquée aux arts.

14^e Leçon.

Jeudi 12 Janvier 1826.

194 83.

Suite de la puissance mécanique & des lois constitutives de la vapeur.

Figures & formules tracées sur le
tableau.

N^o. Les figures tracées sont à très-peu de chose près
les mêmes que celles N^o. 9 & 10 du Cours de l'année
dernière. (V. la 1^{re} leçon.) Leur objet est absolument le
même. La seule différence consiste en ce que dans
celle d'aujourd'hui qui correspond au N^o. 9, les rectangles
a, b, c & d. ont été remplacés par des boules suivant la
même gradation dans leur développement.

1^{re} formule. Tension de la vapeur.

Température.	Pression.	Température.	Pression.
183. ⁰	10 atmosph.	82. ⁰	$\frac{1}{2}$ atm.
177.	9.	66.	$\frac{1}{4}$.
172.	8.	51.	$\frac{1}{8}$.
166.	7.	38.	$\frac{1}{16}$.
160.	6.	30.	$\frac{1}{32}$.
153.	5.		
145.	4.		
135.	3.		
122.	2.		
100.	1.		

2^e formule. Puissance mécanique de la vapeur.

On a $10.34 \times 1.700. = 17.578$ dynamies = le volume de
la vapeur multiplié par la pression = V P.

Le Professeur a cru devoir revenir sur
l'exposé des quatre lois constitutives de
la vapeur; il a donc répété une grande
partie de ce qu'il avait dit à cet égard
dans la dernière leçon et qui se trouve dans
les 10^e, 11^e & 12^e du Cours de 1825.

Il a ensuite donné l'explication des
deux figures mentionnées d'autre part
et ce qu'il en a dit est aussi rapporté
dans le bulletin de la 1^{re} leçon dudit cours.

Chimie
appliquée aux arts.

1^{re} leçon.

195 8^e
Samedi 16 Janvier 1826.

Suite de la puissance mécanique et des lois constitutives de la vapeur.

Formules tracées avant la leçon.

(1^{re}) Divers emplois de la vapeur avant
sa condensation à 12°.
(C'est la même que la 2^e de la 19^e leçon
du dernier cours, intitulée : Puissance mécanique
jusqu'à 12° = 1/68 d'atmosphère.)

(2^e) Puissance mécanique d'un K^{il} de
vapeur produite dans l'atmosphère et
s'élevant au sommet.
(V. la 3^e de la leçon susdite)

(3^e) Volume d'un K^{il} de vapeur.

À 100° et 1 atmosphère, ce vol.^t = 1.700.

182° et 10 atm.^r = $\frac{1700}{10} + \left(\frac{82}{367} \times 1.700\right) = 0.20798.$

82° et 1/2 atm.^r = $\frac{1700}{5.5} - \left(\frac{18}{367} \times 3.400\right) = 3.233.$

(4^e) Puissance mécanique de la production.
à 10 atm.^r = $0.20798 \times 103.36 = 21.44 \text{ dyn. po.}$
à 1/2 atm.^r = $3.233 \times 5.17 = 16.71.$

Le tableau de la formation de la
puissance mécanique de la vapeur, dont la
publication annoncée dans la 18^e leçon du
dernier cours n'avait pas eu lieu, ~~avait~~
d'être imprimé; il se vend 1.^r chez le
concierge. Il n'est qu'un que la récapitulation
des diverses formules ayant le même objet
que le professeur trace ordinairement sur
la planche avant les leçons, et qui sont
transcrites littéralement au commencement
de chaque bulletin; mais il est divisé en
quatre d'atmosphère. (V. la note 2.^e 18^e leçon du
1.^r année dernière.)

Un assez grand nombre d'Auditeurs
et M. Fournet lui-même avaient ce tableau
entre les mains. Il en a donné l'explication
plus que celle ^{1.^{re} 2.^e 3.^e 4.^e} des ~~transmission~~ formules
d'autre part; elle se trouve déjà dans les
bulletins des 18^e & 16^e leçons du cours de
l'année dernière, auxquels j'ai fait quelques
additions qui les complètent.

La leçon a été terminée par l'explication
de la 2.^e formule qui se trouve également au
bulletin de la 18^e leçon susdite; c'est celle de
la puissance mécanique de la vapeur formée
naturellement. Il a ajouté que la pression
qu'elle exerce sur l'air en s'élevant, est

Sans doute une des grandes causes des
mouvements atmosphériques & météoriques,
des vents, de la pluie &c.

Chimie
appliquée aux arts.

16.^e Leçon.

Vendredi 19 Janvier 1896.

Correspondance. — Suite de la puissance mécanique de la vapeur, et principalement de sa détente.

Formules & figures tracées avant la leçon.

La 1.^{re} formule d'aujourd'hui est la même que la 4.^e de la 16.^e leçon du dernier cours, intitulée: mesure de la puissance mécanique

2.^e Puissance mécanique réalisée avec un K.^g de charbon dans les machines à vapeur (cf. aussi la 1.^{re} & la 2.^e form. de la leçon précédente)

Savery	Newcomen	Watt & Boulton.	Woolf. (petites)	Woolf. (grandes)	Chaudron
6. ^g 5.	env. 18.	de 50 à 67.	env. 100.	160.	20 à 25.

N.^a

Deux figures ont aussi été dessinées sur le tableau; l'une presque semblable à celle N.^o 11 donnée dans la 16.^e leçon du cours de l'année dernière et pour le même objet l'autre représentant quelques parties des machines à vapeur de Savery, les premières qui aient été inventées, mais qui sont devenues tout-à-fait sans intérêt, car on ne s'en sert plus depuis longtemps. Elles étaient fort inférieures à celles d'aujourd'hui avec lesquelles on réalise 25 fois plus de puissance mécanique. ($6.5 \times 25 = 162.5$)

Depuis la dernière leçon, M. Hérault
a reçu deux lettres qu'il nous a communiquées.
Dans l'une on signale une erreur qu'on prétendait
exister sur son tableau imprimé de la formation
de la puissance mécanique de la vapeur. Cette
erreur consisterait en ce que la dilatation de la
vapeur résultant de l'accroissement de température
y est calculée à raison de $\frac{1}{367}$ par degré du
thermomètre centigrade, tandis que cette dilatation
est réellement de $\frac{1}{267}$. Mais l'auteur de la
lettre n'a pas fait attention que c'est la dilatation
de la vapeur à 100° qui est calculée à $\frac{1}{367}$ de son
volume, et que ~~cette~~ celle = $\frac{1}{267}$ n'a lieu que pour
la vapeur à la température de zéro. Il n'y a
donc pas d'erreur. (V. la note E qui termine le
bulletin de la 14.^e leçon du cours de l'année
dernière.)

La deuxième lettre contenait quelques réflexions
qui manifestaient de l'incertitude sur les résultats
de la puissance mécanique produite par la détente
de la vapeur. La réponse à cette lettre se trouvera
dans les explications qui seront l'objet de la
leçon de ce jour, où l'on traitera spécialement
de l'emploi de la vapeur dans les machines.
(V. le fin de la 16.^e leçon dudit cours, auquel
ont été ajoutés les développements nouveaux donnés
aujourd'hui.)

90. Chimie
appliquée aux arts.

17^e Second.

Lundi 23 Janvier 1826.

Suite de la production de la vapeur, et
principalement des chaudières.

Formules écrites sur la planche

1^o Eléments physiques des machines à vapeur

Combustible nécessaire.

Vapeur.

Fourneau. — Chaudière.

Orifices & conduite de la vapeur.

Cylindres pour le développement de la vapeur.
Condensateurs.

Pompe à air & à eau chaude.

Pompe à eau froide.

2^o Chaudière en cuivre.

Vapeur par heure.	Surface de chauffe.	Poids du cuivre à 4 mill. d'ép.
100 K ²	4 m ² 9.	244 K.
200.	8.	474.
300.	12.	810.
400.	16.	1020.
500.	20.	1218.
600.	24.	1432.
700.	28.	1650.
800.	32.	1854.
900.	36.	2068.
1000.	40.	2160.

2^e. Mouvement de la vapeur.

Vitesse de la vapeur d'une atmosphère dans le vide.

$$\text{Pression motrice} = 10.40 \times 1700 = 17680.$$

$$\text{Vitesse} = \sqrt{19.62 \times 17680} = \sqrt{346881.60} = 589 \text{ mt}$$

$$\text{A } 589 \times 3.08 = 1814 \text{ pieds. (par seconde)}$$

$$\text{Vitesse du boulet de 2 1/4 à la volée} = 1 1/4 \text{ à } 1800 \text{ pieds.}$$

3^e. Vapeur sortie par un orifice d'un décimètre q^u
en une seconde.

$$589 \times 0.01 = 5.89 \text{ mt. } \text{A } 5.89 \times 0.588 = 3.46.$$

$$\text{en une minute,} = 333 \text{ mt cb.} = 207 \text{ H. m.}$$

$$\text{en une heure} = 2180. \text{ eq} = 12420. \text{ eq}$$

Par un orifice de 0.09. de diamètre.

$$\text{En une seconde} = 0.528.$$

$$\text{En une heure} = 388.8 = 20 \text{ Chevaux.}$$

$$\text{et } \frac{117}{100} \text{ pour } 1/3 \text{ d'atmosphère.}$$

5^e. Chaudière à vapeur de 10 Chevaux.

Cylindre avec tuyaux

Longueur de la chaudière 3 mt

Diamètre - - - 0.80.

Bouilleurs { Longueur - 3.25.

{ Diamètre - 0.20.

Communication { Longueur - 3.25.

{ Diamètre - 0.19.

$$\text{N^o 3^e. Un pied carré à 1 mt d'eff.} = 1 \text{ H.}$$

$$\text{un mètre carré id} = 9.50.$$

Les matières traitées dans la leçon
d'aujourd'hui sont les mêmes que dans
quelques-unes de celles du dernier cours
notamment dans la 11.^e en ce qui concerne les
3.^e et 4.^e formules. D'autre part
les notions suivantes en seront le complément
quant aux autres formules.

Depuis quelques années, on a substitué
avec avantage la forme cylindrique à la
forme prismatique pour les chaudières
destinées à produire la vapeur qu'on emploie
comme puissance mécanique; cependant les
anciennes donnaient plus de vapeur avec
une égale surface de chauffe; mais
elles se détérioraient plus promptement,
parce qu'elles offraient moins de résistance
à la pression intérieure, pour peu que cette
pression s'accrût au delà de ce qu'elles
devaient supporter, soit par la négligence
de l'ouvrier, soit par toute autre cause.
Comme elles étaient légèrement concaves
à plusieurs points de leur surface afin
de faciliter l'action de la chaleur, elles
devenaient convexes par l'effet de cette
augmentation de pression intérieure. On
obviait bien à cet inconvénient en donnant
plus d'épaisseur aux parois des chaudières
mais alors elles coûtaient davantage et il
fallait aussi plus de combustible pour les

chauffer. Il en coûte moins à augmenter la surface des chaudières à forme cylindrique pour avoir la même quantité de vapeur. Cette forme d'ailleurs résiste mieux que l'autre à un effort de pression intérieure ou extérieure; on est donc bien moins souvent obligé à faire à ces nouvelles chaudières des réparations qui nécessitent un chômage toujours nuisible aux intérêts d'une manufacture. Avec les anciennes, les réparations ^{d'autant plus} étaient fréquentes, ~~parce~~ que le cuivre ou la tôle dont elle étaient formées s'amollissent singulièrement à la chaleur de l'eau bouillante. Le plomb s'amollit bien plus encore.

Les bouilleurs sont placés parallèlement à la chaudière et exposés immédiatement à l'action du feu; ils communiquent avec la chaudière au moyen de quelques tuyaux verticaux disposés de manière à offrir une très-grande surface à la flamme & à l'air chaud qui se dégagent du foyer, et qui se débarrassent autant que possible de leur chaleur contre ces tuyaux.

Avec ces chaudières & des fourneaux construits d'après les principes développés dans les leçons précédentes, on peut aisément produire 2^e 1/2 lb de vapeur par mètre carré de surface chauffée. Les 1.^{re} & 2.^{de} formules font connaître le poids du cuivre nécessaire à la construction d'une chaudière et de son accessoire.

On évalue à 5 H^{min} par heure la
Dépense de houille pour chaque cheval d'une
machine à vapeur de la force de 10 chevaux.
~~ce serait donc 50 kilogrammes par heure~~
Avec une machine de 20 chevaux, on n'en
consommerait pas le double, parce que la
perte de chaleur n'augmente pas dans
les mêmes proportions. Il n'en faudrait que
7 à 8 H^{min} par cheval.

On préfère les chaudières de cuivre
~~et de fonte, dans un grand nombre de cas~~
à celles de tôle, malgré la différence de
prix. Les premières sont moins susceptibles
de s'altérer: elles peuvent ~~être~~ ^{aussi être beaucoup plus} ~~durées~~ ^{durées}
celles de fonte; elles sont par conséquent moins pesantes et
il faut moins de combustible pour les chauffer.
Elles durent très-longtemps, surtout quand
on n'emploie pas de l'eau chargée de
carbonate ou de sulfate de chaux. M.
Clement en a une qui lui sert depuis 24
ans & qui est encore très-bonne.

Les chaudières qui produisent la vapeur
à haute pression doivent avoir des parois
de 6 à 7 lignes d'épaisseur; (13 à 16 millimètres)
mais au bout de quelque temps de service
il s'y fait extérieurement des gerçures
très-longues, aux parties exposées à la plus
forte chaleur. Le contact de l'eau sur la
couche intérieure la préserve davantage de

L'action de cette haute température; cependant les germes finissent par y pénétrer; alors l'eau s'échappe & la chaudière est hors de service. C'est un inconvénient qu'a éprouvé M^r Parkins avec une chaudière dont les parois étaient presque aussi épaisses que celles d'un canon & qu'il mettait en contact avec le charbon, sur toute sa surface. Il fit ensuite le même essai avec une autre chaudière de fer forgé dont les parois n'avaient que dix lignes d'épaisseur (22 à 23 millimètres), vu la très-grande ténacité de ce métal; mais ~~elle ne tarda pas à se détériorer~~ ^{elle ne tarda pas} par non plus à se détériorer, par suite de l'oxydation du fer.

Un autre inconvénient plus grand encore, éprouvé par le même ingénieur, et qui paraît s'opposer au succès des expériences de production de la vapeur à haute pression, consiste en ce que l'activité de la machine diminue lorsque le feu augmente; il faut pourtant le maintenir à une haute température pour que la vapeur se produise. Ce singulier phénomène peut s'expliquer par la formation d'une légère couche de vapeur entre la paroi intérieure de la chaudière et l'eau qu'elle renferme;

le contact cessant ainsi d'avoir lieu, l'eau ne s'échauffe plus assez pour se réduire en vapeur; elle est alors comme le mercure qui n'adhère pas au fer; elle ne le mouille plus.

M. Farthun ne s'est pas rebuté pour cela; il a substitué à l'appareil précédent une chaudière prismatique en fonte très-épaisse percée aux deux extrémités et chauffée au rouge; l'eau y entre froide par un bout et sort en vapeur par l'autre; mais pour empêcher la formation d'une couche de vapeur contre la paroi intérieure, il introduit dans la chaudière un mandrin qui en remplit presque toute la capacité, de sorte qu'il ne reste qu'un petit espace occupé par l'eau qui est laminée, pour ainsi dire. Toutefois ces diverses tentatives de production de vapeur à très-haute pression n'ont pas encore donné les grands résultats qu'on s'en promettait.

Chimie
appliquée aux arts.

18^e Leçon.

201 97.
Jeudi 26 Janvier 1826.

Suite de la vapeur et des chaudières. - Du résidu de l'eau
vaporisée - Des soupapes de sûreté.

formules écrites sur le Tableau.

1^o Eau de pluie (à Paris) pour une machine de
20 Chevaux. (Woolf)

Charbon brûlé par heure = $20 \times 3.5 = 70^k$ Vapeur $70 \times 5 = 350^k$
Résidu pour 100^k d'eau = $0^k.180$.

ou une heure = $0^k.180 \times 3.5 = 0^k.63$.

pour 15 heures ou une journée = $0.63 \times 15 = 9.45$.

pour un mois = $9.45 \times 26 = 245$.

Eau de pluie, environ $0.1 = 28$.

du canal de l'ouïe, = 48 .

2^o Machine de 100 Chevaux alimentée par
l'eau de la mer.

Charbon par heure = $100 \times 10 = 1000^k$ Vapeur 5000^k

Sel restant par heure, = $50 \times 2.5 = 125^k$

par 24 heures = 3000 .

3 ^o Machine de Watt.	{	Diamètre du cylindre. ---	Pi. angl.	mètres
		Course du piston. ---	1. 5. 1/2	0. 445.
		Diamètre de la pompe à air. ---	3. 11. 1/2	1. 210.
		Course. ---	1. " "	0. 308.
		Diamètre du condenseur. ---	2. " "	0. 610.
		Hauteur. ---	" 11 "	0. 279.
			3. 3 "	1. "

98.

4.° Eau froide nécessaire.

$$M_{\text{eau}} = \frac{650 \times \text{vapeur}}{\text{différence de température}}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Eau froide } 12^{\circ} \\ \text{Eau } 28 \end{array} \right\} \text{diff. de temp.} = 13^{\circ}$$

$$\text{Eau de condensation} = \frac{650}{13} = 50 \text{ fois la vapeur}$$

$$\text{Eau froide} = 50 - 1 = 49 \text{ fois}$$

$$\text{Différence de température} = 32^{\circ} - 28 = 4^{\circ}$$

$$\text{Eau } \frac{650}{4} = 162 \text{ fois}$$

$$\text{Différence} = 20^{\circ} \text{ Eau} = \frac{650}{20} = 32 \frac{1}{2} \text{ fois}$$

Les conditions nécessaires pour la construction et la conservation des machines à vapeur ont été le sujet de la leçon d'aujourd'hui. Le professeur a cru ce sujet assez important pour le traiter moins succinctement qu'il avait dû. Voici donc quelques nouveaux détails à ajouter à ce qu'il en a dit alors & qui se trouvent éparpillés dans plusieurs bulletins.

Pour régulariser l'introduction de la vapeur

Dans le cylindre on doit agir sur le piston, il faut avoir un réservoir de vapeur dans la chaudière, car le mouvement du piston n'en absorbe pas la même quantité chaque fois, de sorte qu'il pourrait se trouver ralenti si la chaudière ne ~~fournissait~~ pouvait en fournir que celle qui remplirait le cylindre; les proportions indiquées par Watt à cet égard sont que la capacité nécessaire pour ce réservoir de vapeur doit être environ 6 fois le volume du cylindre, afin de compenser le dérèglement d'élasticité qui résulterait d'une absorption irrégulière de vapeur. Les chaudières des machines de petites dimensions, jusqu'à 20 chevaux, sont ordinairement assez grandes pour cet effet.

Dans les calculs qui ont été faits pour déterminer l'épaisseur des chaudières cylindriques, on a supposé à tort qu'elles devraient se briser en deux endroits différents lorsqu'elles sont soumises à une trop forte pression intérieure; mais l'expérience a prouvé qu'elles ne se brisent jamais qu'en un seul. D'après ces calculs, l'épaisseur d'une chaudière en cuivre pourrait

n'étant que de 1. 2. 3. pour une atmosphère
 sur de celle qui fait équilibre avec la
 pression extérieure; toutefois, une chaudière
 de ce genre ne serait pas maniable; elle
 n'aurait pas plus de consistance qu'une
 feuille de papier. Il en serait de même
 d'une chaudière en tôle ou en fonte; la
 première serait plus mince encore que celle
 de cuivre, car elle pourrait n'avoir que
 d'épaisseur; celle en fonte aurait 2. 3. 4.
 mais il serait impossible de la couler dans
 un moule d'une autre mince capacité.
 C'est donc à l'expérience & non aux calculs
 qu'il faut s'en rapporter autre pour cette
 épaisseur, surtout dans les machines à
 haute pression; pour celles à haute pression
 les calculs & les connaissances sur la
 ténacité des métaux qu'on emploie peuvent
 être utiles.

Une ordonnance du Roi exige que les
 chaudières aient une épaisseur telle qu'elles
 puissent résister à une pression double de
 celle qu'elles sont destinées à subir; il
 y a lieu de croire qu'une pression et demi
 suffirait pour prévenir les accidents. On
 éprouve la force de résistance de ces
 chaudières avec y comprimant de l'eau
 avec une pompe; il vaudrait peut-être mieux

l'éprouver avec la vapeur même, parce que la chaleur dilatant le métal, ~~on en appercevrait plus aisément les défauts~~ on en appercevrait plus aisément les défauts qui pourraient y exister.

Dans les machines à haute pression, les chaudières en tôle peuvent être préférées à celles en cuivre, parce que le fer ayant plus de ténacité que le cuivre, on peut donner moins d'épaisseur aux parois; les chaudières en feront par conséquent moins pesantes, & il faudra moins de combustible pour les chauffer. Dans presque tous les autres cas, le cuivre est préférable à la fonte & à la tôle; à la fonte, parce que les parois de celles-ci devant être beaucoup plus épaisses, elles exigent une bien plus grande quantité de matière, de sorte que malgré l'avantage relatif des deux métaux, la dernière coûtera 50 q^u % plus que l'autre. Par exemple, une chaudière & ses accessoires pour une machine de 20 chevaux coûtent 7500^f en fonte & 5000^f en cuivre. Le dernier métal est aussi préférable à la tôle, dans les machines à haute pression, en ce que les feuilles ayant de plus grandes dimensions que celles de tôle, les chaudières sont plus faciles à construire; on y emploie moins

de clous, et il y a moins de chances d'être
pour la vapeur. Cependant on ne peut pas
dire que telle ou telle chaudière convienne
à tous les cas; il est un infinité de
circonstances qui peuvent influer à cet
égard dans les différentes localités; c'est
donc une de ces choses pour lesquelles il
est bon de faire le compte comparatif des
dépenses avant de se déterminer.

Le sédiment des eaux qu'on
réduit en vapeur est une des principales
causes de destruction des chaudières.
On voit par la 1^{re} formule ci-dessus
qu'en vaporisant, par heure, 350 K.⁵ d'eau
de sauto de l'arin ou des environs
qui est très-chargé de sulfate de chaux
il y aurait, au bout d'un mois de service
propre de 250 K.⁵ de ce sel dans la
chaudière; il s'attacherait à ses
^{intérieures} parois & y formerait une croûte plus
moins épaisse qui les rendrait plus
facilement altérables par l'action de
la chaleur, parce que l'eau ne serait
plus en contact avec le métal; en outre
elle s'échaufferait & se vaporiserait
moins promptement, ou il faudrait

consommer plus de combustible. On
emploie divers procédés pour neutraliser
l'effet de ce résidu de l'eau, et entre autres
des écailles d'huitres ou des pommes de
terre coupées en morceaux; ^{cela suffit} ~~elles empêchent~~
pour empêcher le résidu d'adhérer aux
parois, et il est alors plus facile de
l'enlever.

Les machines à vapeur alimentées
par l'eau de la mer, telles que celles des
~~bâtimens~~ navires, éprouvent cet
inconvenient au plus haut degré, car
la matière saline en formant environ
le 40^e, le dépôt pour une machine de
100 chevaux serait de 3000 K en 24 heures,
ainsi que l'indique la 2^e formule. On
y remarque aussi que la consommation
du charbon est portée à 10 K par cheval,
tandis qu'elle n'est que de 3 K^g. Dans la
formule précédente pour une machine de
20 chevaux; mais cette consommation
est toujours beaucoup plus grande dans
les machines mobiles que dans
celles à potte fixe.

Cette énorme quantité de sel déposée
à chaque vaporisation doit être enlevée,
sinon la chaudière ne tarderait pas

plusieurs compartimens
afin que l'eau nouvelle
ne se mêle pas avec l'autre.
Elles sont aussi entourées
d'eau pour préserver les
bâtimens d'un incendie qui
serait très-difficile à
étouffer. La forme de ces
compartimens est
arbitraire; au reste, on
ne peut guère comprendre
le mécanisme sans avoir
un modèle sous les yeux.

à en être remplie entièrement. On a
imaginé un mécanisme au moyen duquel
l'eau sort de la chaudière, ~~et~~ ^{lorsqu'elle}
~~se rapproche du~~ point de saturation de
~~l'eau~~ c'est-à-dire, qu'elle n'est
pas complètement vaporisée. ~~elle se~~
elle ne s'est qu'aux 9/10; celle qui la
remplace se trouve en contact avec la
tuyaux par lesquels l'autre s'écoule
et elle arrive ~~dans~~ dans la chaudière
ayant déjà une température voisine de
l'ébullition. Le vaisseau l'Entrepren
parti de Londres pour Calcutta l'année
dernière, est muni d'une machine
à vapeur construite d'après ce procédé.
Ces foyers de chaudières sont divisés en #
On pourrait employer l'aide hydro-
chlorique pour dissoudre le dépôt de sulfate
ou de carbonate de chaux que certaines
eaux laissent dans les chaudières; mais
il faudrait bien prendre garde de n'en
pas mettre un excès, car le remède
serait alors pire que le mal; il altérerait
la chaudière bien davantage.

M. Clément croit aussi qu'il serait
possible d'empêcher ce dépôt de se former
au moyen d'un condenseur indirect

qui consisterait à faire passer la vapeur
dans plusieurs tuyaux semblables
aux faisceaux de tuyaux d'orgues.
C'est une idée qu'il propose aux mécaniciens
en les engageant à faire quelques essais
à cet égard.

Il a terminé la leçon par
quelques notions sur les appareils de
sûreté qu'on adapte aux machines
pour prévenir les explosions qui
pourraient résulter d'une pression plus
forte que celle qu'on ^{peut} produire.
Ce sont des soupapes qui se lèvent
d'elles-mêmes pour donner issue à la
vapeur lorsqu'elle est un peu au delà
du maximum de la force et attigue
qu'elle doit avoir. Mais ces soupapes
ont quelques inconvénients; il arrive
souvent qu'elles adhèrent à la chaudière
au point de ne pas s'ouvrir aussitôt
que l'élasticité de la vapeur a atteint
son maximum; ou que la production de
la vapeur s'effectuant d'une manière
brutale & irrégulière, l'orifice de la
soupape n'est plus assez grande pour
laisser dégager l'excédant; il

faudrait, dans ces sortes de cas, que les orifices fussent 4 à 5 fois plus grands; les soupapes devraient donc aussi être chargées de poids proportionnellement plus forts. On fait que la charge d'une soupape qui couvre un orifice d'un centimètre carré est d'un peu plus d'un kg par atmosphère de pression. Si l'orifice était d'un décimètre carré, la charge de la soupape devrait être de 103 kg par atmosphère, égale à une colonne d'eau ayant 10.336^m de hauteur & un décimètre carré de base. C'est là ce qu'on entend par le kg par atmosphère. On emploie ordinairement le mécanisme d'un levier pour charger la soupape.

L'incertitude du succès de cet appareil en a fait imaginer un autre qui est préférable à plusieurs égards. Il consiste à mettre en contact avec la vapeur un bouchon d'un métal fusible à une température de quelques degrés supérieure à celle que la vapeur doit avoir pour se produire; autrement qu'on s'expose de la façon du métal, on procure le dégagement de la vapeur & on est ainsi à l'abri de tout danger.

Chimie
appliquée aux arts.

19^e Leçon.

206 107.
Lundi 30 Janvier 1826.

Suite de la vapeur. — De la vitre. — Des orifices d'écoulement.
— Moyens d'alimenter la chaudière.

Formules et figures tracées sur le
tableau.

1^{re} Machine De Watt. — 10 chevaux.

$$\text{Vapeur par heure} = 10 \times 8 \text{ K.}^n \text{ de ch.}^n \times 6 = 200 \text{ K.}^n$$
$$\text{par seconde} = \frac{200}{3600} = 0.0555$$

$$\text{Volume à 1.}^{\text{atm.}} \frac{1}{4} \times 106.60 = 1. \text{ } 38 \times 0.08 = 0.110.$$

$$\text{Pression nette de la vapeur dans la chaudière} = 13. \frac{\text{m. d'eau}}{1} = 12.$$

$$\text{Densité de la vapeur} = \frac{1}{1380} \text{ de celle de l'eau.}$$

$$\text{Pression en mètres de vapeur} = 12 \times 1380 = 16560 \text{ mètres.}$$

$$\text{Vitesse} = \sqrt{19.62 \times 16560} = \sqrt{324904} = 570 \text{ mètres}$$

$$\text{Orifice. Diamètre} = 0.08 \text{ m.} + \frac{1}{\text{m.}^2}$$

Chimie
appliquée aux arts.

19^e Leçon.

206 107.
Lundi 30 Janvier 1826.

Suite de la vapeur. — De la vitre. — Des orifices d'écoulement.
— Moyens d'alimenter la chaudière.

Formules et figures tracées sur le tableau.

1^{re} Machine De Watt. — 10 chevaux.

Vapeur par heure = $10 \times 5 \text{ K.}^{\text{m}} \text{ de char.} \times 6 = 300 \text{ K.}^{\text{m}}.$
par seconde = $\frac{300}{3600} = 0.083$

Pression à 1^{re} atm. $\frac{3600}{3600} \text{ m.cb.} \times 106.960 = 1.38 \times 0.08 = 0.110.$

Pression nette de la vapeur dans la chaudière = $13. \text{ m. d'eau} - 1 = 12.$

Densité de la vapeur = $\frac{1}{1380}$ de celle de l'eau.

Pression en mètres de vapeur = $12 \times 1380 = 16560 \text{ mètres.}$

Vitesse = $\sqrt{19.62 \times 16560} = \sqrt{324904} = 570 \text{ mètres}$

Orifice. Diamètre = 0.09 . Surface = 0.00636

Vapeur écoulée en une seconde = $570 \times 0.00636 = 3.62$ m.cb.

($10 \times 0.00195 = 1.111$)

2^{re} Machine De Woolf. — 30 Chevaux.

Vapeur par heure = $30 \times 5 \text{ K.}^{\text{m}} \text{ de charbon} \times 5.25 = 787.5 \text{ K.}^{\text{m}}.$

par seconde = $\frac{787.5}{3600} = 0.219$

(a) Pression de la vapeur = $3 \text{ atm.}^{\text{m}} = 31 \text{ mètres d'eau.}$

Orifice nécessaire = 13.930 et 17.2 circulaire.

Diamètre = $\sqrt{17.2} = 4.15$. ou 4.15 . (b)

N^o La fig. N^o 4 bis.

(a) En opérant comme dans la formule précédente, la pression en mètres de vapeur = $31 \times 1380 = 42780$, et la vitesse = $\sqrt{19.62 \times 42780} = 916 \text{ mètres.}$ mais la densité de la vapeur augmente avec la pression, à 4 atmosphères elle est devenue $\frac{1}{147}$ de celle de l'eau; ainsi, il faut dire: la pression en mètres de vapeur = $31 \times 147 = 4517 \text{ m.}$

la vitesse = $\sqrt{19.62 \times 4517} = 940 \text{ mètres.}$

Je prends la densité de la vapeur à 4 atm. et non à 3, parce qu'elle est produite sous cette pression de 4 atm.; c'est la pression nette qui est de 3 atm. dedon faite d'une atm. pour compenser la pression de l'air extérieur.

(b) Voici, je crois, l'explication de la dernière partie de la 2^e formule. L'orifice doit avoir une surface de 13.930 et par conséquent l'un des côtés de 0.0367 si cet orifice est carré, ($0.67 = \sqrt{13.930}$) mais si il est circulaire, son diamètre devra être de 0.0415 , égal à l'un des côtés d'un carré ayant en surface 17.2 . ($4.15 = \sqrt{17.2}$). En effet, le rapport du carré au cercle étant de 1000 à 785 , il est évident que $1000 : 17.2 :: 785 : 13.9$.

On voit que toutes ces formules ont besoin d'être bien étudiées et méditées pour être comprises.

De nouvelles considérations sur le mécanisme des diverses parties des machines à vapeur ont encore fait le sujet de la lecture de ce jour, outre ce qui se trouve déjà à cet égard dans quelques bulletins du dernier cours.

D'après ce qui a été dit précédemment, il faut une surface de 12 mètres carrés exposée à l'action du feu pour produire 200 K^g de vapeur par heure; l'orifice par lequel elle s'écoule peut n'être que le 6000^e de cette surface, ainsi qu'on le voit dans la 1^{re} formule ci-dessus où l'on a réduit la vitesse à 370 mètres, au lieu de 389; mais ces résultats sont ceux d'une expérience, car il n'y a jamais un ^{absolu}.

Si l'on compare la vitesse d'évaluation de la vapeur avec celle d'une rivière quelconque, la Seine par exemple, on remarque une différence énorme ^{les effets de} dans la puissance mécanique respective. Avec une machine ~~assez~~ ^{considérable}, la Seine a une vitesse très-petite; c'est pourquoi il faut des appareils de très-grande dimension pour réaliser la puissance mécanique; tels sont les moulins. Ces appareils

Sont ~~fort~~ intérieurs aux machines à
vapeur; ils ne pourront jamais en soutenir
la concurrence, pas même sur le
Rhône, quoique ce fleuve soit beaucoup
plus rapide que l'autre.

La vitesse de la vapeur augmentant
très-peu avec la pression, il ne convient
pas de diminuer beaucoup l'orifice
d'écoulement dans le cylindre, avec les
machines à haute pression. Il en résulterait
d'abord l'inconvénient de ne pouvoir y
introduire toute la vapeur nécessaire et
entraîner le danger d'une explosion de la chaudière
~~entraîner le danger d'une explosion de la chaudière~~
par suite de la production brusque &
irrégulière dont il a été question dans la
dernière séance.

Tous les fluides élastiques sont
d'ailleurs dans le même cas; l'air
si élançant dans le vide d'une machine
pneumatique a une vitesse d'environ 1000 p. s.
par seconde; quelle que soit la pression,
à moins qu'il n'y ait en même temps
élévation de température; encore dans
ce dernier cas, l'accroissement de la
vitesse est-il bien loin d'être proportionné
à celui de la pression. La vapeur éprouve

à la vérité, cette augmentation simultanée de température et de pression; mais qu'elle y gagne en vitesse d'écoulement très-peu de chose. (E)

Si l'orifice du diamètre de 0.05^m indiqué dans la 1^{re} formule ne suffit que dans le cas où les tuyaux de conduite de la vapeur dans le cylindre sont droits. Si leur direction change, cela diminue de beaucoup la vitesse de la vapeur; dans ce cas, le diamètre peut être doublé. ^{pour que la vapeur introduite dans}

le cylindre qui renferme le piston conserve la température, il y a un double cylindre qui enveloppe le précédent, et il existe entre eux un intervalle d'un ou deux centimètres où il circule constamment de la vapeur. Le double cylindre renferme en outre une espèce de tiroir qui monte et descend alternativement, de manière à ouvrir ou fermer les orifices d'introduction de la vapeur au dehors ou au dedans du piston.

L'eau dont on alimente une chaudière à vapeur pour obtenir une production régulière, lui est fournie soit par une pompe que la machine même fait mouvoir, soit par un réservoir placé dans un lieu plus élevé que la chaudière. On modifie l'introduction de l'eau, au moyen de flotteurs, afin que la chaudière en ait constamment la même quantité et qu'il en entre autant qu'il s'en évapore. Ces flotteurs sont formés d'une pierre suspendue à une tige adaptée à

(E) à 1 atmosphère, cette vitesse est de 614 mètres par seconde, et par conséquent seulement d'un 1/3 plus grande qu'à une atmosphère et 1/2.
 $570:1::614:1.077$. (V. la note a ci-dessus.)

un levier à l'extrémité duquel on met un poids qui, lorsque le levier batte de ce côté, souleve la pierre & la rend plus légère que l'eau.

Dans la dernière séance, on a signalé les inconvénients des soupapes dites de sûreté; ces inconvénients sont augmentés encore par l'ignorance et la maladresse des ouvriers; quand ils s'aperçoivent qu'une soupape n'adhère pas parfaitement à la chaudière, et qu'elle laisse dégager de la vapeur, ils y appliquent un marteau ~~de fer~~ dont ils sont toujours pourvus & qui sert à fermer les autres issues; ce marteau, semblable à celui des vitriers, se ferme très-promptement, et la soupape résiste à une très-forte pression. On court alors le risque d'une explosion de la chaudière. Pour empêcher les ouvriers d'y employer le marteau, on a imaginé d'autres soupapes qui sont enfermées dans une espèce de cage; mais c'est encore une mauvaise garantie, parce qu'ils y introduisent une barre de

fer qui comprime la soupape, et n'a
de se soulever lorsqu'il y a excès de
pression intérieure. La meilleure
toutes les garanties contre les accidents
de ce genre est la bouchon de métal
fusible dont on a aussi parlé dans
la même séance.

Celle d'aujourd'hui a été terminée
par la description d'une machine à vapeur
dont le dessin était tracé sur la planche
main quoique le Professeur eût entre
dans beaucoup de détails, cette description
est loin d'être complète; car, ainsi qu'il
s'est dit lui-même, l'étude des machines
à vapeur est une étude immense, tant
pour le rapport de la mécanique que
pour celui de la physique. Elle a été
l'objet de divers traités spéciaux
qu'on ne peut se dispenser de
consulter, lorsqu'on veut avoir des
notions positives sur cette matière
intéressante. (A)

(A) Quelques-uns de ces traités sont cités
dans les notes b & c du bulletin de la
16^e leçon du cours de l'année dernière.

Chimie
appliquée aux arts.

Vendredi 2 février 1826.

20^e Leçon.

Correspondance. - Suite de la vapeur. - De sa
condensation et de sa détente.

Formules et figures tracées sur
le tableau.

(V. les figures N^{os} 5. 6 & 7 bin.)

Eau de condensation d'une machine de 20 chev.^{es}
(Atkinson & Steel de Paris.)

Température à la sortie. 32.° 78. } Différence = 23.° 28.
à l'entrée. 9.° 50. }

Eau passée en 1^{re} et pesée. = 131. 64 ^K
en 1 heure = 7898.

Chaleur acquise par le grattage = 7898 x 23.° 28 = 183628. ^{Calor.}
Vapeur équivalente = $\frac{183628}{650} = 282.5$ = houille $\frac{282.5}{9} = 36.9$ ^K.

Eau de condensation = $\frac{650 \times \text{vapeur } K.}{\text{différence des températures.}}$ (a)

(V. aussi la 4^e formule de la 18^e Leçon.)

(a) Pour connaître la quantité d'eau froide à employer pour la condensation, il faut d'abord savoir combien on a de vapeurs à condenser. On multiplie cette quantité par 650, nombre de degrés au-dessus de chaque K^{en} de vapeur, puis on divise ce produit par le nombre indiquant la différence qui existe entre la température de l'eau qu'on emploie, avant la condensation, et celle de l'eau qui sort après la condensation; ou bien on divise 650 par cette différence de température, et on multiplie le quotient par le nombre de K^{en} de vapeur à condenser; le produit indique la quantité d'eau froide à employer.

M^r. Clément a reçu deux lettres qui lui demandent de nouveaux détails, l'une sur l'emploi de l'eau de mer à réduire en vapeur, l'autre sur celui de la détente. Il a répondu à la première en répétant à peu près ce qu'il avait dit à cet égard dans la 18^e leçon, et l'explication qu'il donnera aujourd'hui des deux premières figures qu'il a tracées (celles n^{os} 3 & 6 bis) répondra à la seconde.

Le mécanisme des machines à vapeur a encore fait le sujet principal de la leçon de ce jour.

La formule d'autre part et la 4^e de la 18^e leçon font connaître la quantité d'eau froide nécessaire pour condenser la vapeur qui sort du cylindre et qui est poussée par le piston. Il faut que cette condensation s'effectue très-rapidement, sinon la vapeur conserverait une tension qui s'opposerait à l'action du piston. Cette quantité varie selon la différence de température entre l'eau qu'on emploie & celle qui sort après la condensation. En été, où la différence

n'est que d'un petit nombre de Degrés, il faut jusqu'à 107 fois autant d'eau froide que de vapeur à condenser; mais en hiver où l'on peut employer de l'eau presque à zéro, il n'en faut guères que 20 fois. Les résultats les plus ordinaires sont ceux que donne la formule ci-dessus; ils ont été obtenus dans une expérience faite à St Denis avec de l'eau de puits dont la température est en tout temps de 9.^o 5; celle qui sortait du condensateur avait 32.^o 75. La différence était donc 23.^o 25. Or, il en est sorti en une heure 7898 K.^g; et comme il n'y a eu que 282 K.^g de vapeur produite & condensée, la quantité d'eau froide employée à cette condensation a été de 27 fois celle de la vapeur. (a)

~~L'eau ayant toujours en dissolution environ 37 1/2 fois plus d'air atmosphérique, il faut empêcher que cet air ne s'accumule dans le condensateur où il se dégage, parce que~~

$$(a) \text{ En effet } 1.^o \quad \frac{7898}{282.5} = 28. \text{ et } 28 - 1 = 27.$$

$$2.^o \quad \frac{650 \times 282.5}{23.25} = \frac{183625}{23.25} = 7898.$$

L'eau a toujours en dissolution environ 0.03 de son volume d'air atmosphérique qui se dégage dans le condensateur, où la pression est beaucoup moindre qu'à l'extérieur. Il faut empêcher qu'il ne s'y accumule, car il y serait nuisible en s'opposant à l'introduction de la vapeur. Il doit donc être enlevé par l'effet de la pompe de l'eau tiède qui fait en cela l'office d'une machine pneumatique et entretient dans le condensateur un vide aussi complet que possible. L'action de

hautour d'une tige à laquelle elles se sont attachées & dont elles s'écartent plus ou moins, en vertu de la force centrifuge, suivant le plus ou moins de rapidité de leur rotation, déterminée par le plus ou moins de rapidité de mouvement de la machine. Elles sont construites de manière à ce qu'elles forment des soupapes qui s'opposent à l'introduction de nouvelle vapeur dans le corps de pompe, lorsque elles font un certain écartement, lequel indique alors une action trop vive & qu'il convient de modérer.

La pression ~~atmosphérique~~ ^{dans y elle} beaucoup moins qu'à l'extérieur; il doit être enlevé par l'action de la pompe de l'eau tiède qui ~~est~~ fait en cela l'office d'une machine pneumatique, afin qu'il y ait toujours dans le condensateur un vide aussi complet que possible. L'action de ces divers parties de la machine est régularisée par celle de deux boules placées extérieurement et qui ont un mouvement de va & vient, ou ~~un~~ un mouvement de rotation.

Les machines de Savery qu'on a signalées précédemment comme les plus imparfaites quant à la réalisation de la puissance mécanique de la vapeur, peuvent pourtant être fort utiles dans les cas où on a besoin d'eau chaude à une certaine hauteur, comme dans les papeteries, les teintureries, les maisons de bains &c. Le vide qui se forme dans les tuyaux de conduite est rempli par l'eau d'un réservoir qui s'élève et condense la vapeur. L'eau tiède qui en résulte coule dans un réservoir à l'extrémité supérieure et s'écoule par un certain angle avec la tige, parce qu'elles

Du cylindre. Une semblable machine remplacerait avantageusement le manège dont on se sert aux bairns figier sur la seine.

Pour tirer parti de la détente de la vapeur, il faut que le mécanisme qui sert à son introduction ^{dans le cylindre} soit construit de manière à ce qu'elle cesse lorsque le piston est seulement à $\frac{1}{6}$ de sa course; ^{la vapeur} celle qui est au dessous n'ayant qu'une très-faible pression, par l'effet du condenseur, celle qui est au dessus se détend, et le piston continue à descendre en vertu d'une série de pressions décroissantes; mais il faut que le cylindre soit très-grand pour permettre le développement de la vapeur, surtout quand il n'y en a qu'un. ~~Cela~~ sont ceux des machines qu'on emploie dans les mines de Cornouailles pour l'épuisement des eaux. Elles procurent une grande économie de combustible; mais elles nécessitent de plus grands frais

D'établissement, et leur action est très-irrégulière; sous ce dernier rapport, elles ne sauraient rien dans certaines manipulations qui exigent beaucoup de régularité, telles qu'une filature de coton, un nouage &c. Pour obtenir cette régularité nécessaire, il faut y ajouter un autre cylindre, comme on le voit dans la figure N.° 3 bin dont voici l'explication.

Hauteur non compris la place occupée par le piston.	Surface du piston.	Capacité du cylindre.
m. 0.787.	m. 0.0316.	m. c. 0.032.
1. 067.	0. 1063.	0. 1134.
Rapport		= 6/107.

1. 1. 210	0. 268.
2. 1. 210	0. 268.

1. 1. 210

A. Premier cylindre dans lequel s'introduit par le tuyau B la vapeur sortant de la chaudière. Au moyen de la double enveloppe dont il a été parlé dans la dernière leçon, et du tiroir qui s'y trouve, elle passe aussi sous le piston C qui la pousse dans le 2.° cylindre D où elle se rend également sous le piston E par un mécanisme semblable. La pression qui est de 4 à 5 atmosphères dans le 1.° cylindre se trouve réduite à 2 et moins encore dans le 2.° cylindre, parce que le mouvement des tiroirs ferme

ouvre à propos les orifices supérieurs
et inférieurs par lesquels la vapeur
s'introduit au dedans ou au dehors
du piston ^{et aussi par ce qui le 2^e cylindre est} ~~est alors que se détend~~
^{beaucoup plus grand que l'autre. C'est alors que se détend}
celle qui est dans la partie supérieure.
^{se trouvant dans un espace plus grand que celui qu'elle}
^{quitte} ~~elle augmente de volume~~
F. Condensateur où se rend la vapeur
qui sort du cylindre D. Elle y est
liquéfiée par l'eau froide qui entre et
s'élève en gerbe par le tuyau G.
L'autre tuyau H sert à l'écoulement
de l'eau chaude résultant de cette
condensation. Il communique avec une
pompe.

La figure 9^e 6 bien représente une
machine à un seul cylindre; elle ne
diffère de l'autre qu'en cela. on y
remarque le tuyau A par lequel la vapeur
venant de la chaudière se rend dans
le cylindre B où elle opère sous le piston,
au moyen du jeu des tiroirs, comme
dans la figure précédente. La pression
est de 2 atmosphères au dessus du
piston; mais au dehors, elle est

réduite à $\frac{1}{10}$ d'atmosphère par la condensation que doit y produire l'eau froide qui entre dans le condenseur C. Les autres résultats sont analogues à ceux que donne la machine à deux cylindres.

M. Taylor & Martineau ont imaginé un nouveau piston qui est représenté par la figure N^o 4 bis. Ce sont deux anneaux de métal concentriques mis l'un dans l'autre de manière à ce que leurs sections soient opposées. Cette section se fait comme avec un trait de scie lorsque le métal a été chauffé fortement de sorte qu'elle s'élargit par le retrait du métal qu'opère le refroidissement. Les anneaux acquièrent ainsi une élasticité qui fait que lorsqu'ils sont placés dans le cylindre, leurs extrémités se rapprochent, mais l'effort qu'ils font pour se réunir tend à remplir plus parfaitement la capacité du cylindre par la pression qu'ils exercent sur ses parois. Ces pistons ont l'avantage d'être beaucoup plus légers que les autres, ils conviennent surtout aux cylindres placés dans une situation horizontale, comme ceux des machines de quelques bateaux à vapeur. La section se ferait parallèlement à l'axe.

Un constructeur de machines à vapeur d'Arras a imaginé de la faire suivant une ligne inclinée à l'axe, pour éviter la détérioration du cylindre par le frottement des bords de la partie coupée contre la paroi intérieure.

Chimie
appliquée aux arts.

21^e Leçon.

213 121.
Samedi 6 Février 1826.

Correspondance. Suite de la vapeur. — De l'emploi des
machines à vapeur pour l'élévation des eaux.

Formules écrites sur les planches.

Élévation d'eau.

1^o Cornwall.

Mines de Poldice.

38 H ou 1 Bushell = 6144 Dynamies.

1 H = 162 Dynamies.

2^o Chaillet. Année 1807.

Eau élevée. = 1688718 mètres cubes.

Hauteur = 25 mètres.

puissance = 30000000 Dynamies H.

Charbon brûlé 236810 voies = 2841600 (a)

1 H^m Charbon = 20 Dynamies.

Expériences postérieures, mais d'une
journée seulement.

1 H Charbon = 20 Dynamies.

(a) C'est à raison de 1200 H la voie que l'on
compte quelquefois à 1250. Celle de cette = 600 H
(C'est la 4^e leçon)

Quatre lettres ont été écrites au professeur
depuis Jeudi dernier. (Sans l'une, on lui
demandait son avis sur le mérite d'une roue
à vapeur inventée par M. Dietz, dent. Rue f.
cognacq. n° 18.) ; il a répondu qu'il ne la connaissait
pas suffisamment pour en rien dire de positif,
il ne doute pas qu'elle ne puisse être utile dans
certain cas ; cependant il pense qu'on peut
s'en tenir aux machines de Woolf, telles
qu'elles existent maintenant, quoiqu'elles soient
encore susceptibles d'améliorations ; mais il y a
toujours quelque incertitude dans les innovations ;
il ne faut donc s'y livrer qu'avec beaucoup de
réserve. (b)

Par la seconde lettre, on lui faisait remarquer
que M. Jungemba Ing. mée. à Paris, avait
imaginé, depuis longtemps, un piston annulaire
du genre de ceux qui ont été décrits dans la
dernière séance et dont l'invention est attribuée
à M^{rs}. Eyles & Martineau ; on réclame donc
la priorité en faveur de M. Jungemba.

Il a répondu autre qu'il ignorait cette
circonstance, et qu'il est loin de contester les
droits que cet ingénieur peut avoir à la priorité ;
mais en même temps il a prié ses auditeurs de
s'abstenir dorénavant de réclamer ainsi en
faveur des tiers, son intention n'étant pas

(b) Suivant les annonces publiées par l'auteur même ou en son nom,
ces roues à vapeur sont applicables à tous les usages auxquels on
emploie les machines ordinaires. Ce genre de moteur se réduit à des
combinaisons mécaniques si peu compliquées, qu'une machine de 70

D'établir une espèce de polémique sur les matières qui sont l'objet de ces leçons.

Les deux autres lettres renferment des questions qui lui ont paru assez intéressantes pour être examinées avec quelque soin; il s'occupera de cet examen & nous en communiquera le résultat dans la séance prochaine.

Comme il s'agit, dans l'une de ces lettres, de la condensation de la vapeur par les moyens directs & indirects, il y répondra plus particulièrement en traitant de la distillation; il nous fera connaître alors la quantité de refroidissement qu'il est possible d'opérer par mètre carré de surface des tuyaux que parcourt la vapeur.

Cette question lui a aussi fourni l'occasion de dire quelques mots des Chariots à vapeur en usage ^{en Angleterre,} ~~en France~~ ^{notamment} sur le chemin en fer de Bolton à Darlington, dans le comté de Durham. La machine qu'il porte n'a pas de condenseurs; cette partie de l'appareil lui serait inutile, car il serait impossible de lui fournir l'énorme quantité d'eau nécessaire à la condensation, puisqu'ainsi que nous l'avons vu dans la dernière leçon, il en faut

Chevaux peut être placés dans un espace de 10 pieds carrés (environ 1 mètre carré). Les frais d'acquisition et d'établissement, ceux de la consommation en eau & en combustible, peuvent être calculés d'après la même échelle de réduction.

pour de 8000 K.^m pour une machine à vapeur de 20 chevaux, & avec une différence de température de plus de 23 degrés.

Le chariot à vapeur dont on vient de parler traîne à sa suite plusieurs voitures dont la charge totale est d'environ 8000 K.^m sa plus grande vitesse est de 7 lieues à l'heure, d'après l'expérience que le conducteur a eu la complaisance d'en faire à la demande de M. Seguin. Le chemin n'a que 28 miles ou 10 lieues de longueur.

~~La suite de la description est~~
 en réponse ont été ~~exposés~~ ^{exposés} des explications des formules tracées sur le tableau, concernant l'emploi de la puissance mécanique de la vapeur à l'élevation des eaux, objet ^{déjà} traité dans la 17.^e leçon du 2.^e cours.

Le mode d'emploi est un des plus avantageux, non seulement pour le dessèchement des mines & des marais, ainsi que pour alimenter les fontaines des grandes villes, mais encore pour fournir l'eau nécessaire aux canaux de dérivation, dans les points de partage,

comme on l'a fait pour le canal de
Londres à Birmingham.

C'est au détachement des mines
que sont affectées les grandes machines
à vapeur du pays de Cornouailles dont
on a déjà parlé plusieurs fois. Leur
cylindre ont 90 pouces de diamètre;
(2^m 1/4) les pistons si ils ont de onze
pieds; (3^m 87) mais ils ne donnent que
7 coups par minute. Ces machines qui
sont à détente & à un seul cylindre,
ont un mouvement très-irrégulier, à cause
~~de la pression~~ du décroissement de la
pression; il est quelquefois si brusque
que les tiges des pistons se rompent,
malgré leur épaisseur. Ces tiges
sont formées de poutres de bois ayant
16 pouces d'écartissage (0^m 1/4) avec des
armures en fer; mais elles ont plus
de 1500 pieds de longueur; (500^m 1/2 environ)
telle est la profondeur des mines.
Dans celles où l'on peut employer des
machines hydrauliques, les poutres
des tiges ont une épaisseur beaucoup
moindre, 7 pouces d'écartissage, (19 cent)

et néanmoins elles cassent très-rarement, parce que le mouvement de ces dernières machines est presque toujours uniforme, quoiqu'elles soient autrefois de très-grandes dimensions. Il y a des roues hydrauliques de 33 pieds de diamètre. (10 mètres.)

On voit, par la formule, combien les machines à vapeur de Cornouailles sont supérieures à celle de Chaillot, puisqu'elles consomment d'un K^{il} de charbon leur donne 8 fois plus de puissance mécanique. On a reconnu la nécessité d'économiser ce combustible, parce qu'il n'en existe pas de mine dans le voisinage de celles des métaux à l'extraction desquels les machines sont employées. Avec beaucoup de soin, on est parvenu à obtenir 30 dyn^{es} par K^{il} de charbon, dans la pompe de Chaillot; mais on ne peut rien conclure d'une expérience isolée, à laquelle les ouvriers apportent une attention qu'ils ne pourraient pas avoir continuellement.

Après cette ~~comparaison~~ ^{comparaison} M. Klement s'est excusé sur l'obligation où il se trouvait de terminer ici la séance, ayant oublié chez lui des notes qui devaient lui fournir le texte de matières dont il se proposait encore de nous entretenir. Ce sera pour jeudi prochain.

Il n'a pas ^{donné une plus} ~~reconnue~~ l'explication d'une figure qu'il avait dessinée, mais qui était d'ailleurs presque entièrement semblable à celle N^o 3 bin de la dernière leçon, représentant les deux cylindres d'une machine à détente. Celle d'aujourd'hui n'en diffère qu'en ce que les tiges des deux pistons étaient fixées à un même balancier, et qu'il y avait sous chaque piston ~~à~~ à quelque distance, un corps remplissant le cylindre et qui paraissait devoir être pressé par eux. C'est probablement la vapeur qui ~~se rend~~ ^{dans le cylindre par la 2^e et de celui-ci} le rend ~~le~~ le condenseur.

22^e Secm.

(a) la surface serait en effet $= 0.198$ si elle formait un
 carré parfait dont chaque côté aurait 0.448 ; mais
 puisque le piston est circulaire et d'un diamètre $= 0.448$, elle ne
 doit être que de $0.198 \times 0.785 = 0.155$, suivant le rapport du
 cercle au carré ou 785 à 1000 .

Quelques-uns des nombres suivans changeraient autre-
 ment, car il n'y aurait plus sur le piston qu'un pied d'eau de 1.80 m. car
 d'eau, $= 0.198 \times 11.63$. La puissance mécanique en une minute
 ne serait donc que de 34 dynamies $= 1.80 \times 20$ et en une heure, de
 $2040 = 34 \times 60$.

Mais si le pied anglais $= 0.305$, le diamètre du cylindre d'une
 machine de 10 chevaux doit être $= 0.460 = 18.6$ li. dont le carré
 serait 0.211 . Avec ce diamètre, la surface du piston aurait 0.166
 $= 0.211 \times 0.785$; et avec cette dernière surface, la puissance mécanique
 en une heure serait de 3478 dyn. $= 0.166 \times 11.63 \times 20 \times 60$.

Et si, comme on le voit dans divers tables des rapports entre
 les mesures françaises et étrangères, le pied anglais $= 11.63$ li. ou 126 li.
 mesure française, il vaudrait également 0.305 , le mètre étant de 442.6 li.
 ainsi le diamètre serait $= 0.469$ et la surface $= 0.168 = 0.214 \times 0.785$.
 Cette surface de 0.168 augmenterait encore de quelques quarantièmes
 de dynamies le résultat précédent.

Chimie
appliquée aux arts.

22^e Leçon.

217 127/100.

Jeudi 9 février 1826.

Suite de la vapeur. - De la puissance mécanique
réalisée dans les machines à vapeur.

Formules écrites sur le Tableau.

1^{re} Consommation de la puissance mécanique
dans une machine de 10 chevaux de Watt.
Charbon brûlé = $10 \times 80 = 800$ K. Vapeur équivalente = 840 K.
Puissance mécanique totale = $80 \times 904 = 72320$ Dynamies.
cf de la production seulement = $840 \times 17.89 = 15000$ Dyn.
cf produite ou réalisée. = 2650.
Perte sur la puissance de la production. 7010.

Sortes diverses.

1 ^{re} Au fourneau :	2 ^{de}
240 K. Vapeur non produite, $\times 17.89 = 4294$.	
2 ^{de} Au cylindre ; condensation de 9.66 vap. = 173.	
3 ^{de} Au piston ; échappement de vapeur. 1044.	
4 ^{de} Elevation de l'eau froide de 10. m. = 78.	} 7010.
5 ^{de} Eau chaude extraite du vide = 413.	
6 ^{de} frottement et perte de mouvement dans toute la machine. . . = 1011.	

2^e Puissance mécanique du piston
m. d'eau
Tension de la vapeur { neuve. 12.93.
vieille. 1.20.
Tension active 11.63.

(a) Piston. Diamètre = 0.448. Surface = 0.998. m. d'eau
Forçé sur le piston à tension constante = $0.998 \times 11.63 = 2.20$.
Course en une minute = 27
Périmètre cf = 20. m.
Puissance mécanique en une minute = $2.20 \times 20 = 69$.
cf en une heure = $69 \times 60 = 4140$.
cf réalisée = 2650.

Rapports. 9660 : 2650 :: 100 : 27 } 72320 : 2650 :: 100 : 3.86.
environ 6 q. 100.

(a) V. ci-contre page 127.

2^e Dimensions des machines à vapeur
de Maudslay.

Puissance en chevaux.	Diamètre du cylindre.	Longueur de la course.	Nombre de coups.	Conversion de la puissance en chevaux anglais.	Notes
2.	8.8.9.7.	1.8.8.6.	46. x	0.507.	20
4.	11.4.	2. "	43. x	0.610.	26
6.	14.3.	2.4.	40. x	0.713.	29
8.	17.3.	2.4.	40. x	0.713.	29
10.	18.1.	2.8.	37. x	0.814.	30
12.	19.3.	2.8.	37. x	0.814.	30
16.	21.8.	3. "	34. x	0.915.	31
20.	24.2.	3.4.	31. x	1.017.	31
24.	26.6.	3.8.	28. x	1.109.	31
30.	30. "	4. "	28. x	1.220.	32
36.	32.4.	6. "	17. x	1.820.	31
40.	34.1.	6.6.	16. x	1.989.	32
50.	38.9.	7. "	14. x	2.139.	32
60.	41.3.	7.6.	13. x	2.288.	32
70.	45. "	7.6.	13. x	2.288.	32
80.	48.2.	7.6.	13. x	2.288.	32
90.	51. "	7.6.	13. x	2.288.	32
100.	54.	8.	12. x	2.440.	32

N^o. Ces dimensions sont exprimées en mesures anglaises.
le pied anglais = 0^m 304.

(V. la 1^{re} p. 8^{de} de la 2^{de} leçon du cours
de 1827.)

Les questions contenues dans l'une
des deux dernières lettres dont il est parlé
au commencement de la leçon précédente,
étaient relatives à l'emploi des chaudières
prismatiques dans les machines à
vapeur. Pour y répondre, M. Plément
a répété ce qu'il a dit dans la 17.^e leçon
sur les causes qui font préférer les chaudières
cylindriques, sans nier toutefois qu'on
puisse, dans quelques circonstances, se
servir de celles d'une autre forme.

Il paraît que l'auteur de cette
lettre supposait que l'eau s'élève
moins promptement dans une chaudière
très-haute, à cause de la pression
exercée par la colonne du liquide,
car le professeur a cité deux expériences
faites par lui avec un vase plein d'eau
dont la température s'est élevée chaque fois
de 20.^e en 5 minutes, quoique dans l'une
de ces expériences l'eau du vase fût pressée
par une colonne de plus de 2 mètres du
même liquide. ~~On voit~~ ^{au moyen d'un tube qu'il} ~~avait adapté au vase.~~ ^{avait adapté au vase.} On doit donc en conclure que le

pression ne nuit pas à l'introduction de la chaleur; mais il en faut une plus grande quantité pour produire de la vapeur à une haute pression, c'est-à-dire pour porter à l'ébullition l'eau dont la vapeur doit avoir une force équivalente à plusieurs atmosphères d'air, ce qu'on l'a déjà expliqué dans l'une des leçons précédentes. (La 14.^e & la 1.^{re} formule initiale; l'air de la vapeur.)

L'objet spécial de celle d'aujourd'hui est résumé dans les deux premières formules ci-dessus; elles nous font connaître l'énorme différence qui existe entre la quantité de puissance mécanique qui devrait rigoureusement résulter de la combustion de 50 K.^{gr} de charbon, et celle qu'on en obtient réellement. Cette matière a autre été traitée au commencement de la 17.^e leçon du cours de 11^{ème} année dernière.

Nous n'avons ici que les résultats; les détails seraient trop longs; mais nous y voyons que dans l'un des cas,

celui d'une machine où l'on emploie la vapeur avec détente, & où un K.^{ue} de charbon équivaut à 90⁰ dynamies, on ne réalise qu'environ 6 p. 100 de la puissance mécanique qui s'y trouve; Dans l'autre cas, celui des machines ordinaires de Watt qui sont sans détente & où la puissance mécanique d'un K.^{ue} de vapeur est exprimée par 17^{dyn} 89., la perte est beaucoup moindre; cependant elle est encore presque de $\frac{3}{4}$. C'est surtout dans les imperfections du fourneau et du piston qu'elle consiste, car les autres causes de perte sont presque inévitables. Les constructeurs de machines doivent par conséquent s'attacher à faire disparaître ces imperfections ou du moins à les atténuer.

La puissance mécanique de la vapeur n'est pas la seule qu'on produise à l'aide du feu; ce moyen est aussi employé pour produire dans quelques autres circonstances,

notamment par la dilatation des gaz;
il en sera question plus tard.

Les calculs de la 2^e formule
peuvent servir à évaluer la force d'une
machine quelconque, lorsqu'on connaît
la tension de la vapeur & le diamètre
de son piston; et comme on sait
que celle qu'on réalise est dans le
rapport de 2650 à 1140 ^{ou inversement de 6 à 10}
avec celle qui pèse sur le piston, si
les calculs donnent 10000 dynamies,
on en déduit 4000 et il en reste 6000
pour la puissance réalisée; on divise
ce dernier nombre par 265, et le quotient
22 exprime le nombre de chevaux
que représente la machine, qu'on
nous s'avonne qu'un cheval de vapeur
vaut 265 dynamies.

Il n'est pas facile de connaître au
juste la pression exercée par la vapeur
sur le piston; Watt a néanmoins
imaginé ^{un régulateur} ~~un régulateur~~ fort ingénieux
qui ~~conserve~~ lui en signalait
surtout les variations; il consiste en
un plan & un crayon adaptés aux

tiger des pistons & qui en suivent le mouvement, mais dont la disposition est telle que le crayon qui doit tracer des lignes ^{droites} horizontales sur ce plan dans une circonstance déterminée, décrit des courbes lorsque la vapeur agit sur le piston avec une tension plus ou moins forte que celle qu'elle doit avoir.

Il importait aussi de pouvoir évaluer la puissance mécanique du volant des machines à vapeur; On y est parvenu au moyen d'une espèce de frein imaginé par M. De Kony. Il en existe un dans une machine en activité au Gros Caillon.

La 2^e formule s'explique assez d'elle-même; elle est extraite d'une règle construite à Condor et de la même forme que celle des équivalences chimiques dont il a été parlé plusieurs fois dans le dernier cours. On y ^{seulement} remarque ce résultat singulier que, quelles que soient les dimensions des machines, la vitesse du piston est toujours d'environ un demi-mètre par seconde. (8)

(8) Il faudrait pour cela que la vitesse fût toujours de 30 mètres par minute; cependant d'après les calculs que j'en ai faits et dont les résultats sont consignés dans les deux dernières colonnes du cadre de cette 2^e formule, ce nombre de 30 m. ne se représente que 8 fois sur 18. À la vérité, la plupart des autres n'en diffèrent que très-peu.

134.

Chimie
appliquée aux arts.23^e Leçon.

Lundi 13 février 1826.

Correspondance. — Suite de la vapeur. — Des emplois de la
puissance mécanique. — De la mouture du blé.

formuler écrire sur le tableau.

1^{re} Tension dans la chaudière. = 4 atmosphères,
= 41.24

Surface du petit piston (ayant 0.21 de diamètre) = 0.0346.

Capacité du petit cylindre (ayant 0.737 de hauteur non
compréhensive la place occupée
par le piston.) = 0.0272.

Surface du grand piston (diamètre 0.368) = 0.4244

Capacité de son cylindre (hauteur 1.067) = 0.4494

Rapport des capacités = $\frac{0.4494}{0.0272} = 16.51$ 2^{re} Tension de la 2^e vapeur; au commencement = 11.340.
à la fin = 7.238.

Somme = 18.578.

moyenne = 9.289.

Tension active sur le grand piston = 17.057.

quantité égale = 41.240.

3^{re} Puissance mécanique du petit piston.

Poids = 17.057. Course = 0.737.

Puissance mécanique = 0.890 x 0.737 = 0.656 (dyn.)

4^{re} Puissance mécanique du grand piston.

Poids = 17.08. Course = 1.067.

Puissance mécanique = 17.08 x 1.067 = 18.286.

N^o Les pistons & cylindres dont les dimensions
sont indiquées dans ces formules sont supposés
être ceux de la figure n^o 8 bis.

2.780.

Dans les côtes du nord, le prix de la mouture
 du blé se paie ordinairement en nature. Le
 meunier retient $\frac{1}{20}$ de la quantité de blé livrée
 et le consommateur porte lui-même, et va
 prendre ensuite son grain au moulin, quand
 le meunier se charge du transport (aller et
 retour) il lui est accordé $\frac{1}{16}$.

et De
 260 hectol.
 90.
 60.
 50. (*)
 00.

Les moulins à eau ont quelquefois

1. mule

Il y a ici double emploi: quand on retient $\frac{1}{20}$ pour prix de
 la mouture, on n'est pas payé en argent. Ainsi le nombre 90.
 Devenant, le nombre 260. disparaît. et Vice versa.
 C'est probable; cependant c'est ainsi
 que au p. a tracé la formule;
 mais ce n'est pas la première
 fois qu'il se serait trompé.

221
 00,000.
 00,000.
 00,000.
 00,000.
 1,000.
 2,000.

qui en augmente le poids. M. Berzelius
 a prouvé que la farine est un du corps qui
 absorbe le plus d'eau quand l'air en est chargé
 aussi dit-il de cet état de chose que la
 consommateur qui ne reçoit que les $\frac{15}{16}$ de poids
 de son blé humide a payé au meunier plus
 de $\frac{1}{16}$ de blé qu'il a livré.

ou;
 32,600.
 18000
 12000.
 108,600.
 121,900.
 227,500.

Les moulins à eau ordinaires du côté du nord peuvent

16400 K. f. m.
 total

134.

Chimie
appliquée aux arts.

Lundi 13 février 1826.

22^e Leçon.Correspondance. — Suite de la vapeur. — De l'emploi de la
puissance mécanique. — De la mouture du blé.

formules écrites sur le tableau.

1^{re} Tension dans la chaudière. = 4 atmosphères,
= 41.24Surface du petit piston (ayant 0.21 de diamètre) = 0.0346.
Capacité du petit cylindre (ayant 0.787 de hauteur
comprins la p...)Poids sur le grand piston = 17.08.
quantité égale = 41.240.2^{de} Puissance mécanique du petit piston.

Poids = 17.08 x 0.0346 = 0.590. Course = 0.787.

Puissance mécanique = 0.590 x 0.787 = 0.464 (dyn).

3^{de} Puissance mécanique du grand piston.

Poids = 3.08. Course = 1.067.

Puissance mécanique = 3.08 x 1.067 = 3.286.

N^o Les pistons & cylindres dont les dimensions
sont indiquées dans ces formules sont supposés
être ceux de la figure. N^o 8 bis.

17.780.

Dans les côtes du nord, le prix de la mouture
de blé se paie ordinairement en nature. Le
meunier retient $\frac{1}{20}$ de la quantité de blé livrée
et le consommateur porte lui-même, et va
prendre ensuite son grain au moulin, quand
le meunier se charge du transport (aller et
retour) il lui est accordé $\frac{1}{16}$.

Les meuniers des moulins à eau ont quelquefois
recours à un stratagème au moyen duquel ils
augmentent leurs bénéfices d'une manière illégitime.
La quantité de grain qu'ils retiennent, pour prix
de leur mouture, est mesurée en poids. Il
sunt de là qu'en faisant faire un séjour plus
ou moins prolongé au blé dans le moulin
après sa mouture il absorbe de l'humidité
qui en augmente le poids. M. Berzelius
a prouvé que la farine est un du corps qui
absorbe le plus d'eau quand l'air en est chargé
après suit-il de cet état de chose que le
consommateur qui en reçoit quelque $\frac{1}{16}$ de poids
de son blé humide a payé au meunier plus
de $\frac{1}{16}$ de blé qu'il a livré.

Les moulins à eau ordinairement du côté du nord peuvent

et de
en
= 260 hectol.
290.
260.
650. (*)
800.

un, m. 100,000.
- 100,000.
- 100,000.
200,000.

20,000.
- 12,000.
jours;
jours 22,600.
1 an
- 18000
- 12000.
105,600.
121,900.
227,500.

= 16400 H. fu
intal

134.

Ch
appliquée

230

moulin environ 60 boisseaux par jour - cependant le plus
sûrement ils ne vont guère que de 40 à 50. Le bûcher
de St. Pierre pèse environ 20^l et peut valoir 15^l.
terme moyen, d'un tonneau que le revenu d'un
moulin à un tournant peut être de 3 à 4.
boisseaux par jour = 10 à 20^l.

Les meules sont en pierre de meulière venue avec
du plâtre et cordoir en fer. Il faut 25 à 30
pierrres pour former une meule. Le marchand
pierre donne ordinairement le plâtre nécessaire
par son marché - chaque meule en consomme
environ 25 livres, et revient à 150^l tout fait.
Ce qui porte la paire à environ 300^l unit
qu'en portant 400^l p. une paire de meules
dans ce pays, on trouve le transport et les
frais frais compris dans cette somme.

Je ne comprends pas comment les propriétaires de
Bretagne vont prendre au long du grès de
meulière quand ils ont sous la main du granit
qui peut leur donner des meules d'un seul bloc à
meilleur marché que celle qu'ils emploient. - Ils prétendent
que leurs meules sont préférables - Je ne partage pas
leur opinion. Cependant ils pourraient bien avoir raison
car ils ont l'expérience p. eux. D'ailleurs de la
meulière ; mais ont-ils fait l'autre ?

(N^o) Etant propriétaire d'un moulin à eau je puis garantir ce que j'en
dis, car j'en ai vérifié moi-même. - Les meules ont ordinairement
6 pieds de diamètre. - Les meules anglaises ont même, et sont meilleures.

223138.
S.^o Mouture du blé à Lyon.

2 Machines, chacune de 20 chevaux et de
douze paires de meules dont dix en
activité.

Blé moulu en 24 heures = 20000 K.^g = 260 hectol.
(c'est 96 K.^g par hectolitre.)

Valeur de cette mouture = 260 x 1.50 = 390. f

Dixme du meunier = 1/10 = 12 h.^o à 20. f = 260.

par année de 360 jours par jour 650. (*)
227500.

Dépense.

Établissement de deux machines posées, m ^o . 100,000. f	
12 paires de meules posées - - - - -	100,000.)
Bâtimens et terrains - - - - -	100,000.
Total	<u>300,000.</u>

4 Dépense courante.

Intérêt de ces 300000. f à 10 p. 100. 30,000.

Entretien & réparations - - - - - 12,000.

Charbon 200 K.^g par heure; 4800 par jour;
à 2. f le q.^{al} métrique, = 96; et q.^{al} 360 jours 32600.

Main d'œuvre; 20 ouvriers à 2.50 l'un

8. f 50. f et jours l'année - - - - - 18000

Direction et bureau - - - - - 12000.

Total 105,600.

Bénéfice 121,900.

Total égal au produit. 227,500.

(*) 100 K. blé = 82 K. farine; ainsi 20000 K. blé = 16400 K. f.
Les frais de mouture sont donc de 3. f 96 par quintal
métrique, = 650.
154.

L'indication de la surface du piston donnée par la 2^e formule de la leçon de jeudi dernier était erronée; cette surface = 0.198 au lieu de 0.198 . Par conséquent la quinzance mécanique en une heure n'est plus que de 4140 au lieu de 4140.

En annonçant cette rectification, M. Flément a dit que l'erreur lui a été signalée par un de ses auditeurs auquel il en fait ses remerciements. (a)

On lui demandait par la même lettre quelle est la garantie spécifique de la houille. Il a répondu que cette notion est fort peu importante dans l'emploi de ce combustible pour la production de la vapeur; mais ~~de ce point de vue~~ que ce qui n'est pas autre indifférent pour nous, c'est de savoir qu'il y a deux mesures pour la houille, l'hectolitre ras et l'hectolitre comble; le premier pèse près de 80 K. & le second près de 100, un peu plus un peu moins. Il a ajouté qu'il est d'autant plus utile

(a) Il avait autre reconnu cette erreur, ainsi qu'on le voit dans la note a de la dernière leçon. Je me proposais même d'écrire à ce sujet à M. Flément; mais je n'en ai pas eu le temps.

De connaître cette différence, que
des marchands de mauvaise foi
livrent l'un pour l'autre lorsque
le mode de mesure n'est pas
formellement exprimée, quoique le
prix soit toujours supposé être
celui de 1^{er} hectolitre comble.

La voie de Paris est une autre
mesure qui contient 9 $\frac{1}{2}$ hectolitres
raf. & 12 hec. comble.

La puissance mécanique qu'on obtient par la détente de la vapeur est une chose tellement importante, qu'on ne saurait trop insister sur le moyen de la produire. M. Watt s'en est-il cru devoir rappeler tout ce qu'il en a dit dans les leçons précédentes, notamment dans la 20.^e où il a expliqué les effets de cette détente dans les deux cylindres de la machine de ^{Watt} Boulton représentée par la figure N.^o 3 bis. Il a même dessiné de nouveau cette figure mais sans le condenseur. Cette partie de la leçon a été le commentaire des 4 premières formules ci-dessus.

Il ne faut pas confondre la puissance
mécanique de la vapeur avec la pression.
On a déjà ^{déjà} ~~proportionnel~~ ^{démontré} jusqu'à l'évidence ~~qu'ils~~ ^{que} leur
accroissement est loin d'être proportionnel.
(V. les 15^e & 16^e leçons du Cours de l'année 9^{re})

Quoique la véritable loi de la tension de la vapeur soit encore inconnue, il paraît, d'après les calculs approximatifs qui en ont été faits, que la pression croît en progression géométrique et la puissance mécanique en progression arithmétique.

Maintenant que la partie technique de la vapeur doit être suffisamment étudiée, il convient de passer à l'examen de ses applications, d'en démontrer l'utilité dans les différentes circonstances où on peut l'employer.

La mouture du blé est un de ses emplois les plus avantageux, comme on peut le voir dans la 3^e formule ci-dessus qui suppose un établissement de cette nature à Lyon où il conviendrait parfaitement, malgré les moulins à eau placés sur le Rhône. (V. la 17^e leçon du 2^e cours.)

Il y en a maintenant deux à Marseille; mais ce ne sont pas des Marseillais qui les ont fait construire, ils s'en garderaient bien; ils ont fait

23^e leçon. 225 139.

au contraire ce qu'ils ont qui pour
s'empêcher. (V. la 17^e leçon grévue.)

Ces moulins paraissent y faire de
très-bonnes affaires, quoiqu'auparavant
il y en ait eu un qui n'avait été
formé que moyennant la promesse
d'une indemnité de 30000^f. à donner
par l'administration municipale, et
qui pourtant a dû cesser le service.

À Lyon, ils réussiraient d'autant
mieux que le prix de la mouture
y est plus élevé qu'à Paris.

Les dépenses données par la
formule sont portées au maximum,
surtout celle de ~~meuler~~ la houille
dont le prix diminuera très-
vraisemblablement de 25 p. 100 au
moins, quand le chemin en fer que
l'on construit en ce moment près
de St Etienne, sera terminé. Le
prix de meuler est également au
débout de ce qui est indiqué; car
une paire de meules ne coûte pas
plus de 6000^f. (*) mais on a voulu

À St Etienne on l'a p.
300^f.

qu'il ne pût jamais être fait d'objection sur les frais présumés. Cependant, malgré leur exagération, le bénéfice serait encore considérable. (V. la 3^e form.)

Les établissements de ce genre sont d'ailleurs d'autant plus lucratifs qu'ils sont plus importants. Les frais généraux sont presque les mêmes avec une petite machine ou avec une grande. Ainsi, il existe à New-York un moulin à vapeur qui fait mouvoir 50 paires de meules, et qui a bien moins de dépenses que n'en auraient 50 moulins d'une seule paire chacun, qui ne produiraient rien d'avantage. (6)

(6) A l'établissement des Bons Hommes, paroisse de Pâty, la mouture revient à près de 3.50^c le quintal métrique, à cause de la cherté du combustible. C'est pourquoi ces sortes de moulins à vapeur n'ont pas pu réussir à Neuilly, Nerey, Clichy, Grenelle &c. (Réponse du rapporteur de la Commission sur le projet de loi &c. Moniteur du 7 f. 1827.)

Chimie
appliquée aux arts.

24^e leçon.

226 141.

Jeudi 16 février 1826.

Correspondance. — Suite de la vapeur. — Des chutes d'eau comparées
aux machines à vapeur. — Des papeteries. — Des filatures. — Des tanneries.

Formules écrites sur la planche.

1^o Filature du coton, à Rouen.
(Cette formule est la même que la 1^{re}
de la 17^e leçon du cours de l'année dernière.)

2^o Machine de 36 Chevaux. (Modèle de Woolf) ^{mod.} Bati.
Chez M. N^o Schlumberger & Co à Guebwiller.

12636 broches filant le N^o 100 = $\frac{12636}{1000} = 12. \frac{3}{4}$ Ch.
11484 " " " N^o 80 = $\frac{11484}{700} = 16. \frac{2}{3}$ Ch.
4800. " " " = $\frac{4800}{600} = 8$.

Bouille brûlée en 14 h^{rs} = 2200 K. $\frac{36. \frac{5}{6}}{2200}$

3^o Machine de Watt. (Modèle de Bel & William.)
une de 30 chevaux & une de 20.

18000 broches filant les N^{os} 36 à 40 = $\frac{18000}{600} = 30$ Ch.
2 machines à parer, avec ourdissoirs et
bobinoirs. — — — — — = 10.

Ch^{rs} brûlés en 14 h^{rs} Effet réel 40.
2800 K. = env^{on} 160 K^{rs} par h^{rs}

4^o Drague à manège. { Drague à vapeur.
Dépense par jour. 113^{fr} { Dépense 193^{fr}
Valeur de l'ouvrage 89 { val. de l'ouv. 267
Perte 24. { Pénalité 74.

3.^e Navigation par la vapeur.

Document tiré des expériences
faites par ordre de la Chambre des
Communes.

Traversee de Liverpool à Dublin
13 voyages de 100 lieues chacun = 390000^m
exécutés du 1^{er} avril au 1^{er} mai 1824.

Machines à 2 machines d'environ 60 chevaux chacune = 120 chevaux.	Durée				Vitesse par		Vitesse brûlée.
	des allées.	des retours.	totale.	moyenne par voyage.	heure.	seconde.	
Orléquin (Waudslay)	122.58.	146.43.	269.41.	20.44.	4.33.	5.23	100,500 ^K
Cindorella. (Watt)	132. "	141.19.	273.19.	21.1.	4.76.	5.16.	136,500.
Aladin. (Fauvel)	132.55.	143.10.	276.5.	21.14	4.70.	5.10.	189,500.

Consommation par heure et par cheval.		
Orléquin.	370. ^K	3.08.
Cindorella.	500.	4.16.
Aladin.	664.	5.45.

N^o Les machines à vapeur qui étaient sur ces bâtiments
étaient des ateliers de trois constructeurs différents
les plus célèbres de l'Angleterre. Leurs noms sont indiqués
dans la 4^e colonne.

Dernière leçon, qui sert à servir à
déterminer la tension initiale & la
tension finale de la vapeur dans
le grand cylindre.

Tout en reconnaissant la justesse
de ces réflexions, il a dit que ses
calculs ~~étaient~~ ne sont que
des essais où il ne cherche pas à
mettre une précision rigoureuse qui lui
paraît inutile; il faut ~~porter~~ les
regarder comme des sujets d'exercice
qu'il nous donne
plutôt que comme des résultats
avérés; ~~mais~~ nous devons donc en
chercher la solution & les applications
nous-mêmes, mais en nous bornant
à des approximations.

Il a ajouté qu'il s'occupe au
moment de la réunion des
matériaux nécessaires pour rédiger
un exposé complet de la théorie
de la vapeur qu'il espère
pouvoir publier dans 4 à 5 ans.

Après cette digression, il se continue l'examen des divers moyens d'employer utilement la puissance mécanique de la vapeur.

La supériorité des machines à vapeur sur les autres modes de puissance mécanique n'est pas absolue; elle n'est que relative. Si, par exemple, au lieu du ~~moulin~~ moulin à vapeur que M. Lab. Perrier a fait établir près de la barrière des Bons Hommes, et qui est on ne peut pas plus favorablement situé, il se trouvait une chute d'eau qu'on pût utiliser pour le même objet, elle serait bien préférable au moulin à vapeur; mais les chutes d'eau de ce genre sont au canal de St. Maurice, éloigné de Paris d'environ 3 lieues, de sorte que le ~~transport~~ transport du blé de Paris à ce canal, coûte plus que la mouture au moulin à vapeur qui n'exige aucun frais de transport,

étant placé sur la route qui conduit
 du lieu de production au marché.
 Ainsi, dans cette circonstance, le
 moulin à vapeur s'importe sur ces
 chutes d'eau qui ont pourtant beaucoup
 de puissance mécanique, parce qu'elles
 sont très-rapides, à raison de
 la brièveté du trajet du Canal. Ma-
 main dans tout établissement industriel,
 la position est une des premières choses
 à considérer. A qui fait une chute d'eau
 abondante et d'une grande puissance,
 dans un lieu où l'on ne peut
~~et utiliser convenablement ?~~
~~tirer aucun parti avantageux ?~~ On
 voit pourtant beaucoup de personnes
 encore qui y attachent un grand
 prix ; c'est ainsi qu'on vient de
 vendre 120 000. une propriété très-
 exigüe, située à Antony, parce qu'elle
 renferme une chute d'eau sur
 la Bièvre. On ne sait pas trop quel
 parti l'acquéreur pourra en tirer.

La pente réelle
 de la Bièvre = 1. m 67
 par lieue.
 (4. l. c. 2. cah. p. 266. notes)

a) Le Canal doit effectivement avoir beaucoup de rapidité, puisque son
 trajet n'est que d'un quart de lieue environ, tandis que celui de la
 rivière est de 6 ou 7 lieues d'un point de jonction à l'autre. Soit, par
 exemple, la pente de la rivière d'un mètre par lieue, cela équivaudra
 pour le canal à une pente de plus de 28 mètres autre par lieue.

Le grand avantage des machines à vapeur, c'est de pouvoir être placées par tout, à la proximité des lieux de production & des débouchés, de manière à procurer des économies ^{importantes} ~~considérables~~ sur les frais de transport.

La fabrication du papier est une des branches d'industrie auxquelles, d'après ces considérations, on pourrait employer les machines à vapeur avec le plus de succès. En effet, n'est-ce pas dans les grandes villes que se trouve plus abondamment que partout ailleurs la matière première du papier ? n'est-ce pas aussi dans les grandes villes que l'on fait la plus forte consommation ? Ainsi, c'est de Paris qu'on expédie à des papeteries qui en sont éloignées de plus de 100 lieues, la plus grande partie des chiffons ^{qui servent à fabriquer} ~~qui servent à fabriquer~~.

c'est à Paris qu'on apporte la plus
 grande partie du papier ^{qu'il y a} ~~qui est~~
~~provisoire~~. Il y en a une à
 Annouay qui paye annuellement
 pour 40000 fr de frais de transport.
 Il semble donc qu'une papeterie établie
 à Paris serait une excellente spéculation.
 L'objet principal ci-dessus est ~~de~~
~~de~~ de nous faire connaître les résultats
 de l'application de la vapeur aux filatures
 de coton, au nettoyage des flaves et
 à la navigation; l'explication que
 le professeur en a donnée se trouve
 en entier dans le bulletin de la 17.^e
 leçon du dernier cours.

Il a dit aussi quelques mots
 des buanderies publiques et des
 moulins à tan, ~~autres~~ choses
 auxquelles l'emploi de la vapeur est
 également applicable. (V. à cet égard
 les fins des 26.^e & 45.^e leçons dudit cours.)
 V. aussi, relativement aux buanderies,
 la 45.^e leçon du présent cours.

Chimie
appliquée aux arts.

Lundi 20 Fev. 230 149.

Le premier jour de l'année 1790
Le second jour de l'année 1790
Le troisième jour de l'année 1790
Le quatrième jour de l'année 1790
Le cinquième jour de l'année 1790
Le sixième jour de l'année 1790
Le septième jour de l'année 1790
Le huitième jour de l'année 1790
Le neuvième jour de l'année 1790
Le dixième jour de l'année 1790
Le onzième jour de l'année 1790
Le douzième jour de l'année 1790
Le treizième jour de l'année 1790
Le quatorzième jour de l'année 1790
Le quinzième jour de l'année 1790
Le seizième jour de l'année 1790
Le dix-septième jour de l'année 1790
Le dix-huitième jour de l'année 1790
Le dix-neuvième jour de l'année 1790
Le vingtième jour de l'année 1790
Le vingt-et-unième jour de l'année 1790
Le vingt-deuxième jour de l'année 1790
Le vingt-troisième jour de l'année 1790
Le vingt-quatrième jour de l'année 1790
Le vingt-cinquième jour de l'année 1790
Le vingt-sixième jour de l'année 1790
Le vingt-septième jour de l'année 1790
Le vingt-huitième jour de l'année 1790
Le vingt-neuvième jour de l'année 1790
Le trentième jour de l'année 1790
Le trente-et-unième jour de l'année 1790
Le trente-deuxième jour de l'année 1790
Le trente-troisième jour de l'année 1790
Le trente-quatrième jour de l'année 1790
Le trente-cinquième jour de l'année 1790
Le trente-sixième jour de l'année 1790
Le trente-septième jour de l'année 1790
Le trente-huitième jour de l'année 1790
Le trente-neuvième jour de l'année 1790
Le quarantième jour de l'année 1790
Le quarante-et-unième jour de l'année 1790
Le quarante-deuxième jour de l'année 1790
Le quarante-troisième jour de l'année 1790
Le quarante-quatrième jour de l'année 1790
Le quarante-cinquième jour de l'année 1790
Le quarante-sixième jour de l'année 1790
Le quarante-septième jour de l'année 1790
Le quarante-huitième jour de l'année 1790
Le quarante-neuvième jour de l'année 1790
Le cinquantième jour de l'année 1790
Le cinquante-et-unième jour de l'année 1790
Le cinquante-deuxième jour de l'année 1790
Le cinquante-troisième jour de l'année 1790
Le cinquante-quatrième jour de l'année 1790
Le cinquante-cinquième jour de l'année 1790
Le cinquante-sixième jour de l'année 1790
Le cinquante-septième jour de l'année 1790
Le cinquante-huitième jour de l'année 1790
Le cinquante-neuvième jour de l'année 1790
Le soixantième jour de l'année 1790
Le soixante-et-unième jour de l'année 1790
Le soixante-deuxième jour de l'année 1790
Le soixante-troisième jour de l'année 1790
Le soixante-quatrième jour de l'année 1790
Le soixante-cinquième jour de l'année 1790
Le soixante-sixième jour de l'année 1790
Le soixante-septième jour de l'année 1790
Le soixante-huitième jour de l'année 1790
Le soixante-neuvième jour de l'année 1790
Le septantième jour de l'année 1790
Le septante-et-unième jour de l'année 1790
Le septante-deuxième jour de l'année 1790
Le septante-troisième jour de l'année 1790
Le septante-quatrième jour de l'année 1790
Le septante-cinquième jour de l'année 1790
Le septante-sixième jour de l'année 1790
Le septante-septième jour de l'année 1790
Le septante-huitième jour de l'année 1790
Le septante-neuvième jour de l'année 1790
Le quatre-vingtième jour de l'année 1790
Le quatre-vingt-et-unième jour de l'année 1790
Le quatre-vingt-deuxième jour de l'année 1790
Le quatre-vingt-troisième jour de l'année 1790
Le quatre-vingt-quatrième jour de l'année 1790
Le quatre-vingt-cinquième jour de l'année 1790
Le quatre-vingt-sixième jour de l'année 1790
Le quatre-vingt-septième jour de l'année 1790
Le quatre-vingt-huitième jour de l'année 1790
Le quatre-vingt-neuvième jour de l'année 1790
Le cinquante-neuvième jour de l'année 1790
Le cinquante-neuf

Chimie
appliquée aux arts.
2^e leçon.

230 140.
Lundi 20 février 1826.

Correspondance. — Suite de la vapeur. — 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.

formules écrites sur la planche.

1.^o Élévation d'eau pour une ville de 10000 hab.
Quantité d'eau = 18 pouces X 20^{m. cb.} = 360^{m. cb.} en 24 heures.
en une heure = $\frac{360}{24}$ = 15 m. cb.
Hauteur 70 mètres.
Puissance mécanique = $70 \times 15 = 1050$ dyn. = $\frac{1050}{268}$ = 4 CV.
Perte pour les frottements, $\frac{1}{2} = 2$.
6.

Dépense d'établissement.
Capital 100,000^t Intérêt = 5000^t.
Entretien 200^t par cheval = 1,200^t.
2 hommes à 1200^t = 2,400^t.
Charbon. 6 chevaux X 2.8 = 21.8 en une
heure; en 12 heures 21.8 X 12 = 261.6;
en 268 jours = 268 X 261.6 = (A) 4,899.6.
Bénéfice de l'entreprise = 4,800.
Besoin ou prix de l'eau pour 10000 hab. 18,000.

(A) Il s'agit d'élever à 70 mètres de
hauteur 360 mètres cubes d'eau par jour;
cela fait 25200 dynamies = 360×70 . Si la
machine n'est en activité que pendant 12 heures,
et si on n'emploie que les $\frac{2}{3}$ de la force à
l'élévation de l'eau, puisque l'autre tiers
sert à neutraliser la résistance occasionnée
par les frottements, on n'aura que 12720
dynamies = $25200 \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{2}$. C'est environ la
moitié de ce qu'il faudrait.

D'un autre côté, on voit par le compte
d'élévation d'eau de la Seine pour Paris,
ci-après, que la combustion d'un K^{il}. de
charbon produit 100 dynamies. Or, 252 K^{il}.
que la machine de 6 chevaux brûlerait pendant
12 heures, donneraient précisément les
25200 dynamies exigées, en employant la
totalité de sa force.

Mais on nous a dit dans les leçons précédentes
que ce sont les machines à grandes dimensions
qui procurent ce dernier résultat, et que les autres
ne produisent que 50 à 70 dynamies par K^{il}.
de charbon; ainsi, pour avoir les 360 mètres
cubes d'eau à 70 mètres de hauteur, il semble
que la machine devrait travailler pendant
24 heures sans interruption. Par conséquent, la
consommation du charbon serait double, et
le bénéfice de l'entrepreneur serait presque nul.

le 22 février, l'ai communiqué cette observation à M. P. C. et, ainsi,
qu'il le compte, j'ai écrit de l'élévation d'un mètre à vapeur à Paris, que l'on
emploie à Paris le 19. (V. les leçons de la 1^{re} pte.)

2^o. Elevation d'eau de la Seine pour Paris.

(*) Eau 4000 pouces $\times 20^m = 80000 m^3$ cb. par jour.
 Hauteur, q. 76000 $m^3 = 28$ mètres.
 Puissance mécanique $= 76000 \times 28 = 1,900,000$ dyn.
 Haut. q. 4000 $m^3 = 38 m$ Puiss. mécan. $= 4000 \times 38 = 140,000$.
2,040,000.

Chevaux de vapeur; $\frac{2,040,000}{6360} = 320$ chevaux. 1 cheval
 de vap. = 6360 dy. en 24 h.
 Puissance à établir = 400 chevaux en 10 machines
 de 100 chevaux chacune.

Etablissent. de 10 machines de 100 ch. par jour
 à 180000 f. l'une = 600,000 f.
 2 bâtiments à 180000 f. = 360,000 f.
 Pompe & Réservoir d'air &c. = 100,000 f.
 Terrain &c. = 100,000 f.
1,100,000.

Dépense annuelle.

Charbon à 1^{re} pour 100 dynamies = 20400 k.
 jour, à 8 f. = 1020 f. par an = 372,200.
 Réparations & entretien de 10 machines
 à 100 f. par cheval; 400 ch. = 40,000.
 Ouvriers 20 à 3 f. = 60 f. par jour. = 21,900.
 Intérêt de 1100,000 f. à 6 p. 100 = 66,000.
 Directeurs et 2 Commis. = 10,000.
 Dépense imprévue = 10,200.
29,300.
 Total 580,000.

Il représente un capital de 11 millions.
 (V. la 2^e formule de la 17^e leçon du dernier cours.)

(*) 4000 p. = 80 m. de hauteur; pour
 800 000 habitants, ce serait donc
 100 litres par tête; c'est beaucoup.

en nouvelles lettres

232. 2^e *flément a*
la supériorité
 d'eau est de 4,268,756. *De Maudslay*
sur cette font la ville perçoit
 642000. ; le surplus forme *de Liverpool*
 le salaire des porteurs d'eau. *indiqua*
 Il se payent d'eau 9. l'hectolitre d'en
 ou 630. le ponce, à 10. la voie *l'attribuer*
 qui est de 23 litres, ils la revendent *constructeurs font*
 30462. le ponce. (c) *lui attrib*

On construit dans la rue *on a parlé*
 S. Lazare, vis-à-vis celle de 3 fms, *à 18.7 pour*
 un ensemble de maisons formant *un contact*
 un square, où les eaux seront *à chaudière*
 distribuées à tous les étages *combustible*
 dans les différents appartements. *qui*

V. la 17^e
 leu du
 1^{er} cours.

(Montant du 2^e Juin 1820)

C'est exact ;
 (b) ~~calculé~~ *calculé* car il y a
 env. 192 hectolitres dans un ponce ; *l'élévation*
 or $192 \times 0.09 \times 365 = 6307.20$. *(c)*
 (c) c'est juste aussi, puisque $19195 \times$
 $365 = 7006175$ *lit. min*
 $\frac{7006175}{23 \times 0.10} = 30461.70$. *taux.*

2^o. Elevation d'eau de la Seine pour Paris
 v. 9, m. - 8000 m. ch. par jour.

(*) Eau 4000

hauteur, q

puissance

haut. q. 40

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

2 bâti

compe

terre

ch. 1800

puissance

6 de

Etablir

Une nouvelle lettre que W. Fleming a
 reçue lui demandait à quoi tient la supériorité
 qu'on a reconnue dans les machines de Maudslay
 lors des expériences sur la navigation de Liverpool
 à Dublin, dont les résultats ~~ont~~ ont été indiqués
 dans la 3^e formule de la dernière leçon.
 Il a répondu qu'il était assez difficile d'en
 préciser les causes, mais qu'on peut s'attribuer
 à ce que les machines de ces constructeurs sont
 plus soignées que les autres. C'est lui aussi
 qui est l'auteur du mécanisme dont on a parlé
 dans une des séances précédentes (la 18^e) pour
 mettre ~~en contact~~ l'eau nouvelle en contact
 avec les tuyaux de celle qui sort de la chaudière.
 C'est donc un moyen d'économiser le combustible.
 Cependant les machines de Maudslay sont à
 haute pression, plus conséquent de celles qui
 consomment comparativement plus de
 charbon.

Les formules tracées aujourd'hui ont
 pour but de nous faire connaître les
 avantages qui résultent de l'emploi de la
 puissance mécanique de la vapeur à l'élévation
 des eaux pour le service d'une ville. (Le
 sujet a été traité dans la 27^e leçon du dernier
 cours, à peu près avec les mêmes circonstances.)
 V. 2^e cahier, pag. 30.)

Le compte donné dans la première de ces formules a été fait sur la demande d'un constructeur de machines à Nimèze, qui a le projet d'en établir une de ce genre à Meziers. On n'y porte les intérêts du capital qu'à 5 p. 100, parce que c'est aux frais de l'adm^{on} municipale que l'établissement serait formé, & que ce revenu est plus en rapport avec ceux que les adm^{on} publiques retirent ordinairement de leurs propriétés; mais le charbon y est compté à un prix fort cher, 5^{fr} le q.^{al} métrique; c'est celui qu'il coûte presque par tout, en France, à cause des frais de transport. La quantité de condoumer est celle des machines à haute pression, 3.^{es} par heure et par cheval.

Si l'on s'en rapportait aux résultats donnés par les machines à vapeur construites en 1777 à Chaillot & au Gros Caillon, par les frères Lenoir, qui en obtinrent alors le privilège, il faudrait renoncer à en construire pour l'objet dont il s'agit; car leurs produits sont loin d'être proportionnés aux

Dépenses qu'elles ont occasionnées. Elles ont coûté plus de 20 millions, et tous les fonds qu'on a ~~g~~ placés dans les actions de cette entreprise ont été à peu près perdus. L'eau qu'elles fournissent dans Paris revient ^{par an à} plus de 7500 ^{fr.} le pouce de fontaines; elle ne devrait pas coûter plus de 10.^e 750.^e en y comprenant les dépenses pour les tuyaux de distribution, qui ne sont pas comptés dans les formules ci-dessus. Ces dépenses sont considérables et s'élèvent pour la ville de Paris, parce qu'il faut des tuyaux d'un très-grand diamètre; celui des tuyaux principaux devrait être au moins d'un mètre. (b)

1000 pouces d'eau suffisent
à la régularité; cependant on en
porte la quantité à 2000.
soit 20000 m³ (mètres) 12 mai 32
1000 = 20000 m³ = 20 m³ par
litre; c'est-à-dire 28 litres
par tête.

(b) Il y a environ 40 fois d'eau dans un mètre cube, à 28.^e la voie; ainsi 800 fois = 20 m³ cb. = un pouce de fontaines. A 10.^e la voie ce serait 80.^e par jour, et 29200.^e par an. Sous 4000 pouces nécessaires à la consommation quotidienne de Paris auraient une valeur de 3920000.^e et par an, de 116,800,000 = 265 x 3920000.
(V. la note a dans l'extrait du Moniteur joint d'autre part, pg. 150)

consommation, (116,800,000)
qui la mentionne.

10000

27,50 = 708,50

Il est vrai que depuis so ans la
 construction des machines à vapeur a été
 singulièrement perfectionnée. A l'époque
 dont nous parlons, les efforts qu'on a faits
 de leur application à la mouture n'ont pas
 réussi non plus; cependant aujourd'hui, on
 en obtient les résultats les plus satisfaisants.
 Il y a donc lieu de croire qu'il en serait
 de même relativement à l'élevation des
 eaux. M. Benoit, propriétaire d'un moulin
 à vapeur à St. Denis, s'approuve beaucoup
 de son entreprise; la machine qui le fait
 mouvoir ne se dérange jamais, quoi qu'elle
 soit très-compiquée. Il n'a éprouvé
 un peu d'interruption ~~due à la~~ ^{que par la}
 détérioration des bouilleurs qui étaient
 en fonte & qu'il a remplacés par
 d'autres en tôle ou fer forgé, dont il
 est plus satisfait. D'ailleurs, les
 réparations des machines à vapeur sont
 très-faciles, maintenant que les ingénieurs
 constructeurs sont plus exercés.

Ce qui augmente encore les avantages
 que produit à M. Benoit le nouveau
 mode de mouture, c'est qu'il est parvenu

à extraire du blé beaucoup plus de farine qu'autrefois, où l'on en retirait à peine 0.48, tandis qu'il est prouvé que le grain en contient 0.96. Il a aussi adopté l'usage des meules cannelées, et il perfectionne tous les jours ses procédés.

Les dépenses du compte de la 2^e formule q^{ue} l'élévation de l'eau dans Paris sont portées au maximum, si ce n'est l'intérêt du capital, pour la raison déjà énoncée. On suppose 4 machines de 100 chevaux chacune, quoique 220 chevaux pourraient suffire à la rigueur. La Consommation du charbon pourrait aussi être moindre, puisque un K^{il} produit 162 Dynamies & qu'il n'est compté ici que pour 100. Malgré ces exagérations, le ponce d'eau ne revient qu'à 137.50 par an, = 530,000 pour l'élévation seulement.

Il faudrait, comme on l'a dit plus haut, y ajouter les dépenses de distribution qui en devraient le prix à 750. environ.

(C) En supposant un capital de 40 millions pour les tuyaux de distribution, cela représente un revenu de 1,800,000. à 69.050; et si l'on y ajoute 6 à 700 000 pour les réparations et l'entretien, la totalité de la dépense annuelle sera de 2,500,000. pour la distribution; c'est 625. le ponce = $\frac{2,500,000}{4000}$ or 625 + 137.50 = 762.50

M.^r Clément a été consulté plusieurs
 fois par différentes personnes qui se proposaient
 d'employer des machines à vapeur; aux uns,
 il a conseillé l'usage de celle de Watt; aux autres
 de celle de Woolf. On s'est étonné de cette
 diversité d'opinions; mais il faut considérer
 qu'ici il n'y a rien d'absolu, tout est relatif.
 On l'a déjà dit & on le répète: il n'y a pas
 de machine, quel qu'elle soit, qu'elle
 paraisse, qui ne puisse avoir son utilité
 dans certaines circonstances, & suivant l'objet
 auquel on la destine. Ainsi, pour apprécier
 le mérite de telle ou telle machine, il faut
 connaître tout les éléments de la question, la
 localité, l'emploi qu'on veut en faire &c. Par
 exemple, les machines de Watt sont souvent
 plus de combustible que celles de Woolf; mais
 elles coûtent beaucoup moins à établir & à
 réparer, parce qu'elles sont bien moins compliquées;
 on pourra donc, toutes choses égales d'ailleurs,
 leur donner la préférence dans les pays où
 le charbon n'est pas cher, comme à St. Etienne
 et dans quelques autres villes de France.
 Ici, au contraire, où elles sont moins sujettes à se détraquer,
 elles sont préférables aux autres.

fabriques de coton où ~~il~~ les ouvriers sont
nombreux, et où il est si important d'éviter
le chômage.

La question de l'application de la
puissance mécanique de la vapeur à l'artillerie
a de nouveau été mise sur le tapis dans ces
derniers temps. M^r Parkin, auteur de ce
procédé, a transmis à notre professeur quelques
détails sur ses dernières expériences à cet
égard; mais ce dernier ne les trouve pas
assez circonstanciées, & les résultats ne lui
paraissent nullement concluants. La vapeur
à employer devant être à une très-haute pression,
il faut une chaudière à parois très-épaisses pour
la produire. L'ingénieur anglais a autre imaginé
ces chaudières qui sont formées de deux tuyaux
d'un mètre de longueur chacun; elles fournissent
75 K^m de vapeur par heure, et il en faudrait
huit pour alimenter un fusil qui en consomme
600 K^m autre par heure; cela ferait 96
mètres de tuyaux d'une épaisseur considérable
pour un seul fusil. On peut donc regarder
la chose comme impraticable.

On lit dans le bulletin de la Société d'encouragement
du mois de juillet 1824, le récit
d'expériences faites par le C^{te} Aubert,
d'où il résulte qu'un gramme de poudre

produit le même effet que la vapeur
employée par M. Parkin à une
pression de 40 atmosphères.

Il y a néanmoins encore quelques
personnes qui ont été séduites par les
relations des résultats merveilleux
en apparence des procédés de cet
ingénieur; on essayera dans la
prochaine séance, d'en démontrer l'illusion;
qui on passera à l'examen de
quelques autres moyens de produire
la puissance mécanique, principalement
par la dilatation de divers fluides
élastiques.

D. 9.
de 1.698. Si on suppose le canon placé verticalement, la colonne
atmosphérique pressera effectivement le boulet comme au poids de
 $174.58 = 103 \times 1.698.$

Chimie
appliquée aux arts.
26^e Leçon.

236 189.
Jeudi 23 février 1826.
Correspondance. - Suite de la leçon précédente. - De la puissance
mécanique des vapeurs d'alcool et d'éther, et de l'hydrogène carboné.

formules écrites sur la planche.

1^o Pression du boulet de 24 dans le canon.

$$V_{\text{étier}} = 500^m \quad \{ \text{Espace parcouru} = 3^m 66.$$

$$\text{Hauteur génératrice} = \frac{500^2}{19.62} = \frac{250000}{19.62} = 12742^m \text{ mt.}$$

$$\text{Rapport de la gravité à la pression} = \frac{2.66}{12742} = \frac{1}{4781}.$$

$$\text{Nombre d'atmosphères équivalent. 1 atm.} = 103^k \text{ sur } 1^{\text{re}} 9^{\text{e}}.$$

Surface d'un grand cercle du boulet.

$$\text{Diamètre} = 1^p 47.5 \text{ surf.} = 2^p 16 \times 0.785 = 1^p 9.695.$$

$$\text{Pression d'une atmosphère} = 103^k \times 1^p 9.695 = 174^k 58. (a)$$

$$\text{Rapport du poids à la pression} = \frac{11.74}{174.58} = \frac{1}{14.87}$$

2^o Nombre d'atmosphères équivalent à 2481 fois le poids
du boulet = $\frac{2481}{14.87} = 234.$

Pression constante donnant 500 mètres de vitesse
après 3^m 66. de chute = 420 atm. ou 234.
Supposé en prat. 500 ou 200.

3^o Densité de la vapeur à 500 atm.

$$\text{Tempér.} = 100^{\circ} \quad 1^k \text{ vap.} = \frac{1700}{m.c.b.} = 0.0034.$$

$$\text{Tempér.} = 467^{\circ} \quad \text{Augmentation de vol.} = \frac{500}{367} = 0.0068.$$

$$100^k \text{ m. vapeur auront } 0.0068.$$

$$1 \text{ litre vapeur pesera } \frac{100^k}{680 \text{ lit.}} = 0.147.$$

(a) La pression de la colonne atmosphérique est égale à celle d'une
colonne d'eau d'environ 10^m 3 de hauteur; ainsi, cette colonne agissant
sur une surface d'un décimètre carré, la pression qu'elle exerce représente
un poids de 103^k par conséquent, la surface du boulet étant 174^k 58

4^o Un coup de canon à vapeur. Canon de 24.
 Diamètre = 0.1925, longueur = 0.1925 x 24 = 3.66.
 Capacité. Surface du cercle = 2.2326 x 0.785 = 1.74826.
 Cube = 1.826 x 3.66 = 6.678.
 Sensibilité de la vapeur à 500 atm = 0.147 le litre.
 Poids pour un coup = 66.8 x 0.147 = 9.82 soit 10.
 Dépense pour 10 coups = 98 K. vapeur = 100 K.
 A 10 coups par minute ou 600 à l'heure, vapeur = 6000 K.
 Charbon, au moins 1/4 = 1500 K.
 Chaudière. Surface 6000 = 120 m. q.
 Nombre de chaudières sur le modèle Parkin =
 80 composées chacune de 12 tuyaux d'un mètre
 de longueur.

5^o Puissance mécanique de la poudre par le canon.
 Poudre brûlée 4 K = 8 f.
 Puissance réalisée = 0.00012 d'eau x 12742 mt dyn.
 Combustible = charbon 0.934. 1 K donnerait 208 dy.
 1 K charbon par la vapeur donne 33 dyn.
 Puissance :: 1 : 45 Prix :: 10.90 : 20 :: 545 : 1.

6^o Machine à gaz Hydrogène carboné.
 1 m. cb = 6 h. un = 0.36. A 100 m. cb = 36 f.
 Air { oxygène absorbé 78 } 830 { expansion au moment de l'explosion, 6 fois le volume.
 Azote - - - 65 }
 Volume total 920.
 Vide supposé 1/4 = 697 mt. cb. Puissance = 7206.
 Vapeur pour 36 f. = 36 = 4800 K.
 Puissance mécanique = 4800 x 17.89 = 85872.
 Rapport :: 12 : 1. = 85872 / 7206.

N. B. 100 K. vapeur
 coûtent 0.75.

7.° Puissance mécanique des vapeurs
d'eau, d'alcool et d'éther sulfurique.

	Densité au point d'ébullition (Berthollet)	Volume de 1 ^{re} à la temp. de 100°	Chaleur nécessaire pour obtenir ce volume.	Volume de 1 ^{re} à 650 calories à 10.34. de pression	Puissance mécanique due à 650 calor.
Air.	1000.	"	"	"	"
Eau	457.	1.700	650.	1700	17.578.
Alcool	1238.	" 6094	423.03	960.5 926.5	9.931.87 9.683.41
Ether.	2280.	" 33628	216.32	1.010.5 1.012	10.448.57 10.464.08.

Transcrit au
commencement
du cahier suivant,
pg 161.



