Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA GRANDE MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	**Francoeur, Louis-Benjamin**
Auteur(s) secondaire(s)	**Francoeur, Louis-Benjamin (1773-1849) ; Molard jeune ; Le Normand, Louis-Sébastien (1757-1839) ; Robiquet, Henri-Edmond (1822-1860) ; Payen, Anselme (1795-1871)**
Titre	**Dictionnaire technologique ou nouveau dictionnaire universel des arts et métiers, et de l'économie industrielle et commerciale ; par une société de savans et d'artistes**
Adresse	**Paris : Thomine et Fortic, 1822-25 (t. 1 à 8) : Thomine, 1826-35 (t. 9 à 22)**
Collation	**22 vol. de texte ; 20 cm + 4 vol. de pl. ; 27 cm**
Nombre de volumes	**26**
Cote	**CNAM-BIB 8 Ky 1 (texte) 4 Ky 3 (atlas)**
Sujet(s)	**Dictionnaire -- 19e siècle** **Artisanat** **Métiers** **Economie** **Industrie** **Commerce**
Notice complète	https://www.sudoc.fr/028172663
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8KY1
LISTE DES VOLUMES	
	Tome 1 : Abattoir à Antimoine
	Tome 2 : Apocyn à Baume de Tolu
	Tome 3 : Bec-d'âne à Byssus
	Tome 4 : Cabestan à Chaput
	Tome 5 : Char à Contrôle
	Tome 6 : Copal à Dévideur
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	Tome 7 : Diable à Ellipse
	Tome 8 : Email à Fève de Saint-Ignace
	Tome 9 : Ficelle à Futaine
	Tome 10 : Gabare à Hoyau
	Tome 11 : Huiles à Lactates
	Tome 12 : Lainage à Magnétisme
	Tome 13 : Mahaleb à Mitres de cheminées
	Tome 14 : Mobile à Optique
	Tome 15 : Or à Peinture sur porcelaine
	Tome 16 : Pelletier-fourreur à Porte-voix
	Tome 17 : Poste à Présure
	Tome 18 : Prohibition à Rum ou Rhum
	Tome 19 : Sable à Sourdine
	Tome 20 : Sparterie à Thon
	Tome 21 : Timbale à Typographie
	Tome 22 : Uranates à Zinc
	Atlas 1. Arts technologiques

	Atlas 2. Arts physiques. Arts de calcul
	Atlas 3. Arts mécaniques
	Atlas 4. Arts chimiques

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) secondaire(s) volume	**Francoeur, Louis-Benjamin (1773-1849) ; Molard jeune ; Le Normand, Louis-Sébastien (1757-1839) ; Robiquet, Henri-Edmond (1822-1860) ; Payen, Anselme (1795-1871)**
Titre	**Dictionnaire technologique ou nouveau dictionnaire universel des arts et métiers, et de l'économie industrielle et commerciale ; par une société de savans et d'artistes**
Volume	Tome 7 : Diable à Ellipse
Adresse	**Paris : Thomine : Fortic, 1825**
Collation	**1 vol. ([4]-532 p. ; in-8**
Nombre de vues	**537**
Cote	**CNAM-BIB 8 Ky 1 (7)**
Thématique(s)	**Économie & Travail** **Généralités scientifiques et vulgarisation**
Typologie	**Ouvrage**
Langue	**Français**
Date de mise en ligne	**18/03/2003**
Date de génération du PDF	**02/02/2026**
Notice complète	https://www.sudoc.fr/028172663
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8KY1.7

DICTIONNAIRE

TECHNOLOGIQUE,

OU

NOUVEAU DICTIONNAIRE

UNIVERSEL

DES ARTS ET MÉTIERS.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IMPRIMERIE DE HUZARD-COURCIER,
rue du Jardinet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° Ky 1

DICTIONNAIRE

TECHNOLOGIQUE,

ou

NOUVEAU DICTIONNAIRE

UNIVERSEL

DES ARTS ET MÉTIERS,

ET DE L'ÉCONOMIE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE;

PAR UNE SOCIÉTÉ DE SAVANS ET D'ARTISTES.

Qui pourrait assigner un terme
à la perfectibilité humaine?

TOME SEPTIÈME.





A PARIS,

THOMINE, Libraire, rue de la Harpe, n° 78;
FORTIC, Libraire, rue de Seine, n° 21.

1825.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DICTIONNAIRE

TECHNOLOGIQUE

OU

NOUVEAU DICTIONNAIRE

UNIVERSEL

DES ARTS ET MÉTIERS.

D

DIABLE. Sorte de voiture à deux roues très basses, souvent pleines, dont on se sert pour transporter, à de petites distances, de gros fardeaux, mais plus particulièrement des pierres de taille. Cette voiture se compose d'un fort châssis formé de trois madriers, dont le plan supérieur est un peu plus haut que les roues; il pose sur un essieu en fer et trois échantignoles correspondantes aux madriers, que plusieurs traverses assemblent, et sur lesquelles sont clouées des planches qui en garnissent l'intervalle. Le madrier du milieu prolongé en avant, et traversé par deux ou trois barres de bois, sert de timon, par lequel deux, quatre ou six hommes, armés de bricoles, tirent la voiture.

Le chargement et le déchargement se fait avec la plus grande facilité, non-seulement parce que le châssis est peu élevé au-dessus de terre, mais encore par la faculté qu'il a de pouvoir s'incliner et d'agir comme un levier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On donne aussi le nom de DIABLE à une machine armée de dents, dont on se sert pour ouvrir la laine, le coton, le crin. (*V.* FILATURE, MATELASSIER.) E. M.

DIABLES CARTÉSIENS (*Arts physiques*). Dans une bouteille de verre pleine d'eau, on fait plonger diverses figures creuses et très légères en émail; elles sont lestées, ou plus pesantes aux pieds, de manière à se tenir debout dans le liquide, sur lequel elles flottent, parce qu'elles sont un peu plus légères que l'eau. On a soin de donner aux volumes une telle proportion, que la différence de légèreté spécifique du flotteur et de l'eau soit très petite, en sorte que l'addition du poids le plus faible force la figure à s'immerger. Le vase est plein d'eau et fermé par un bouchon; lorsqu'on force ce bouchon à entrer davantage dans le col de la bouteille, on exerce une pression qui se distribue dans tout le liquide. On a ménagé en quelque lieu au bas de la petite figure un trou communiquant à l'air qui remplit son intérieur. Cet air étant comprimé, l'eau entre dans la capacité de la figure, qui devient trop pesante pour flotter, et tombe au fond du vase; jusqu'à ce qu'ôtant le bouchon, l'élasticité de l'air intérieur chasse l'eau et restitue à la figure la légèreté qui lui permet de flotter de nouveau.

Ces jeux de physique sont très simples; on a donné à ces figures le nom de *diables cartésiens* ou *Ludions*. Le plus ordinairement on surmonte la tête de la figure d'un ballon en verre creux et plein d'air qui l'enlève en haut du vase; ce ballon est percé d'un petit trou vers la tête de la figure, trou par lequel entre l'eau quand on la comprime, ce qui produit l'enfoncement dans le liquide, ainsi qu'on l'a dit. Au reste, on varie beaucoup la forme de ces petits corps, tantôt flottans, tantôt submergés. FR.

DIAGOMÈTRE (*Arts physiques*). Nom donné par son inventeur, M. Rousseau, à un instrument propre à mesurer les plus faibles électricités, et dont on peut faire usage pour reconnaître les huiles d'olive pures, et les distinguer d'avec celles qui sont mêlées à l'huile de colza, d'œillette, etc.

Sur un plateau en résine ou en gomme LAQUE AB (fig. 4,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pl. 7 des *Arts physiques*) est placé vers son bord, un conducteur OA en cuivre rouge, lequel est saillant en forme d'anneau ou de tablette A, à l'extérieur, et est articulé à charnière *i* de manière à permettre d'avancer ou de reculer un disque O qui le termine. Au centre est un style vertical CN en cuivre, portant en haut une pointe d'acier fort aiguë, sur laquelle on pose en équilibre une aiguille DO, formée d'une feuille d'acier excessivement mince et aimantée. Cette aiguille porte à l'extrémité O un disque vertical en cuivre, qui doit presque s'appliquer sur celui du conducteur *i*O. Une bande métallique CA établit la communication entre le style et le conducteur.

Pour faire usage du diagomètre, on pose l'aiguille sur le style central, et on la laisse se diriger dans le méridien magnétique (*V.* Aimant); puis, en tournant le plateau de laque, on fait en sorte que la bande conductrice CA se dirige parallèlement à l'aiguille, et par conséquent soit dans ce même méridien, afin que l'aiguille DO, obéissant librement à l'action magnétique du globe terrestre, vienne placer son disque O très près du disque du conducteur O*i*A. Si l'on approche de l'anneau A un corps électrisé, tout le système reçoit, par le contact, cette sorte d'Électricité, et les deux disques O se repoussent, en agissant contre la force du magnétisme. L'aiguille est si légère et son aimantation si peu active, que cette répulsion est manifeste, quelque faible que soit l'électricité transmise. Aussi M. Rousseau a-t-il observé, avec cet appareil, que les corps qu'on regarde comme les moins conducteurs, tels que le verre, la résine, la soie, le sont cependant à un degré très notable: la laque et le charbon de fusain bien sec, paraissent seuls résister complètement à la conductibilité. Des Piles sèches, dont l'électricité est très peu sensible, produisent aussi la répulsion.

Du reste, le système est recouvert d'une cage cylindrique (fig. 5) de verre, pour mettre l'aiguille à l'abri des courans d'air; car son excessive mobilité la rendrait le jouet de tous les plus petits mouvemens de l'atmosphère. Une bande de papier collée à la surface de la cage, à la hauteur de la zone que parcourt l'aiguille dans ses excursions, porte des traits ver-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ticaux et des chiffres, propres à indiquer les degrés du cercle formé par cette bande, qui n'a besoin de s'étendre que jusqu'à environ 90°. En plaçant l'œil dans la direction que prend l'aiguille, on peut lire de combien de degrés la répulsion électrique l'a écartée de la situation d'équilibre magnétique.

M. Rousseau a observé que l'huile d'olive pure n'est presque pas conductrice du fluide électrique; mais qu'il n'en est pas ainsi de l'huile d'olive à laquelle on aurait mêlé la plus petite dose d'une autre sorte d'huile. Mais pour que la conductibilité soit évidente, il faut employer un instrument qui soit assez délicat pour manifester les moindres traces d'électricité, et le diagomètre est très propre à cette expérience.

On met l'huile qu'on veut éprouver dans un godet de métal qu'on pose sur l'anneau A du diagomètre; cette huile communique ainsi avec l'aiguille et le conducteur; puis on plonge dans l'huile un fil métallique, qui tient à l'un des poles d'une pile sèche, en communication libre avec le sol. Le fluide développé par cette pile ne peut se créer un passage à travers l'huile pure, et l'aiguille du diagomètre reste immobile; mais si l'huile est sophistiquée, on le reconnaît de suite à la répulsion de l'aiguille; le moindre atome d'une huile étrangère, devient pour ainsi dire un centre d'action conductrice; et plus l'écart de l'aiguille est grand, plus la dose est forte.

Il est fâcheux qu'on ne puisse donner à l'instrument la propriété de déclarer les proportions d'huiles de deux sortes; mais il n'en est pas moins très utile de constater l'existence de la sophistication, et jusqu'à un certain point si l'huile étrangère est à forte ou faible dose. Comme on se sert, dans ces expériences comparatives, d'une pile sèche dont la puissance électrique est bien connue par ses effets, il est aisé de juger du degré dont on s'éloigne de l'intensité habituelle de cette pile, quand, au lieu de la faire agir à nu sur le conducteur et l'aiguille, on interpose entre cette pile et l'anneau A, un corps dont on veut juger la conductibilité. Mais il ne faut pas croire qu'on puisse en inférer les rapports d'intensité d'action; l'instrument n'a pas cet objet, ou du moins on n'a pas en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

core réussi à le lui procurer : mais on juge très bien du plus ou du moins ; on saura, par exemple, qu'une huile d'olive est plus chargée qu'une autre d'une huile étrangère, et c'est sans doute beaucoup, surtout pour l'horlogerie, qui a un si grand besoin d'huile pure. FR.

DIAMANT. Cette pierre précieuse se rencontre dans la nature sous diverses formes et avec des teintes variées. La plupart des diamans sont terminés par des surfaces curvilignes, qui paraissent résulter d'un roulement prolongé sur le lit des rivières ; quelques-uns présentent un octaèdre régulier, d'autres affectent dans leur cristallisation, douze faces qui produisent un dodécaèdre rhomboïdal. On en trouve qui ont vingt-quatre faces, et même quarante-huit. Leurs couleurs varient aussi ; les uns sont blancs, d'autres sont colorés en jaune, gris, vert sale, rose, bleu clair ou brun : presque tous sont diaphanes. Leur poids spécifique est à celui de l'eau, comme 355 à 100, leur dureté, plus considérable que celle de tous les corps connus.

Les diamans sont très rares dans la nature ; on les trouve dans l'Inde et au Brésil. Ceux de l'Inde, que l'on connaît depuis long-temps, nous viennent des royaumes de Visapour et de Golconde ; ceux du Brésil, découverts au commencement du dix-septième siècle, se rencontrent dans le district de Sero-Dosrio. Les uns et les autres sont dans des dépôts de substances arénacées, plus ou moins ferrugineux, qui appartiennent à une formation assez récente, et sont situés à la surface du sol, ou à peu de profondeur sous la terre végétale. Ces dépôts, au Brésil, sont connus sous le nom de *cascalho;* ils contiennent des cailloux roulés formant un pouding ocracé, qui résulte de la décomposition de l'émeri et du fer limoneux. L'exploitation s'en fait en changeant le lit des ruisseaux, afin de pouvoir ramasser le gravier, le laver et choisir les diamans. On est quelquefois obligé de casser le cascalho avec des marteaux assez forts ; on le lave ensuite dans des lavoirs ou canots. Pour laver le cascalho, il faut en prendre très peu à la fois, et n'ajouter qu'une petite quantité d'eau très claire. Des esclaves noirs sont employés à faire ces lavages et le triage des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diamans. On les oblige à se tenir tout nus, à l'exception d'un simple tablier, de peur qu'ils ne puissent soustraire des diamans; de nombreux inspecteurs veillent encore à ce qu'ils n'en cachent pas. Malgré toutes ces précautions, les esclaves trouvent moyen d'en vendre à bas prix à des contrebandiers, et souvent en échange de rum ou de tabac.

On a trouvé des diamans dans d'autres provinces du Brésil; celle de Saint-Paul, les campagnes de Guara-Paca, le Cuiaba; mais ils ne sont pas exploités.

Tout le district de Sero-Dosrio, et la province dans laquelle il se trouve, sont très riches en mines de fer, d'antimoine, d'étain, de zinc, d'or et d'argent.

Les habitans de l'ancienne capitainerie de Saint-Vincent découvrirent ces mines, et pénétrèrent, au milieu des dangers les plus grands, dans toute la riche province dont nous venons de parler; ils eurent sans cesse à combattre les sauvages des forêts et des campagnes. Pendant douze ans, ils furent exposés à la famine et aux intempéries de l'air; ils vainquirent tous les obstacles, parcoururent toutes les montagnes, les ruisseaux, les mines que nous connaissons aujourd'hui. Peut-être, sans eux, tout l'intérieur du Brésil et ses immenses richesses seraient-ils encore inconnus et presque déserts.

Après la découverte du Sero-Dosrio, on n'exploita d'abord que de l'or; on reconnut ensuite les diamans dans Riaco-Fundo, puis dans le Rio de Peire; on en rencontra enfin un grand nombre dans la rivière nommée *Guitignogna*. A la fin de 1780, une troupe de près de trois mille contrebandiers, nommés *grimpeiros*, découvrirent des diamans dans la terre de Santo-Antonio, et en retirèrent une immense quantité : ils furent bientôt obligés de céder le terrain à la ferme royale. Ce fut dans ce temps que l'on observa que les montagnes d'où les diamans étaient originaires, présentaient cependant moins de facilité dans l'exploitation, que le lit des rivières : dans celles-ci le travail est moins long, peut se faire plus en grand; les diamans y sont plus gros. On abandonna les montagnes, et de grands établissemens furent formés sur la rivière de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toucanbirnen, dans les vallons de cette chaine de montagnes, qui a près de 90 lieues de longueur. On reconnut enfin, par des fouilles multipliées, que toute la couche de terre sous la couche végétale, contient une quantité plus ou moins grande de diamans disséminés; ils sont attachés à une gangue plus ou moins ferrugineuse et compacte, mais on ne les rencontre jamais en filons.

Les établissemens considérables affermés pour cette exploitation, ont rapporté de grands profits au gouvernement, mais les habitans de la province en ont beaucoup souffert, parce que le district des diamans, en s'agrandissant de plus en plus, a fait cesser l'exploitation d'immenses terrains très riches en or.

La nature du diamant a été soupçonnée par Newton : cet illustre physicien ayant observé que les corps les plus combustibles sont ceux qui réfractent le plus la lumière, et que le pouvoir réfringent du diamant est des plus considérables, songea le premier à la combustibilité de cette substance. Les Académiciens de Florence, en 1694, observèrent que les diamans se consumaient lorsqu'ils étaient exposés au foyer d'un miroir ardent; et les Chimistes français rendirent indubitable l'idée de Newton, en prouvant que le diamant calciné sans le contact de l'air, à la plus haute température, ne perd rien de son poids, tandis qu'avec le contact de ce fluide, il se dissipe complètement. Lavoisier fit plus encore, il démontra que l'acide carbonique se produit dans la combustion du diamant, et il en conclut que cette pierre précieuse a beaucoup d'analogie avec le carbone. Il restait cependant à rechercher si d'autres principes entraient dans sa composition. Les expériences de Smithson, Tennant, Guyton et M. Hachette, de MM. Allen et Pépis, et de M. Davy, démontrent l'identité parfaite qui existe entre le diamant et le carbone pur, malgré la grande différence entre les propriétés physiques de ces corps. En effet, que l'on combine 72,62 d'oxigène, avec 27,38 de diamant, ou de charbon pur, on obtient pour résultat 100 d'acide carbonique; et cet acide est constamment formé des mêmes élémens, oxigène et carbone, dans les mêmes proportions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La combustion du diamant ne peut avoir lieu dans les mêmes circonstances que celle du charbon ordinaire; il faut une température très élevée pour vaincre, à l'aide de l'oxigène, la cohésion considérable de ses parties. On parvient à produire cette température, en rassemblant les rayons solaires au moyen d'une lentille puissante; mais pour opérer cette combustion de manière à recueillir l'acide carbonique qui en résulte, il faut employer un autre moyen. Guyton et M. Hachette ont construit un appareil qui consistait en un tube de platine foré dans un cylindre massif, communiquant par chacun de ses bouts avec un gazomètre. L'un des gazomètres était vide, et l'autre rempli de gaz oxigène pur. Le tube de platine étant chauffé au rouge-blanc dans un fourneau, ils firent passer un grand nombre de fois ce gaz à travers ce tube dans lequel une feuille de platine percée de trous contenait les morceaux du diamant. Connaissant le poids du diamant brûlé et la quantité d'acide carbonique étant appréciée par le carbonate qu'il forma dans une solution de baryte, il fut facile d'en tirer la conclusion indiquée ci-dessus.

Les circonstances naturelles qui doivent accompagner la formation du diamant, ne nous sont pas connues; cependant, une expérience faite il y a quelque temps par le docteur Hare de New-Yorck, et répétée depuis par le professeur Silliman, peut faire concevoir la fusion et la volatilisation du carbone, substances qui, jusqu'à ce jour, avaient résisté au feu le plus violent que l'on ait pu produire. En plaçant un cône de charbon à chacune des extrémités d'une batterie voltaïque, et rapprochant ces deux cônes à une très petite distance, une ignition fort vive se manifesta, le charbon du pôle positif augmenta de volume; et celui du pôle négatif diminua en formant une petite cavité. On pouvait voir au microscope, après l'opération, des signes évidens de fusion, et le docteur Silliman supposa que le carbone fondu s'était volatilisé dans cette expérience, et avait pu se porter d'un pôle vers l'autre.

Si l'on admet, d'après cela, que le carbone se soit trouvé dans la nature fondu ou volatilisé en masses un peu considé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rables, on pourra rapporter sa cristallisation, et par suite la formation du diamant, aux cristallisations ordinaires, qui ont lieu dans les liquides et les vapeurs.

On sait que plusieurs substances végétales, et particulièrement les huiles essentielles et les résines, éprouvent des modifications lentes, dans lesquelles la proportion de leur carbone augmente de plus en plus; on pourrait supposer que les molécules de ce corps simple, en se rapprochant ainsi à l'état d'une grande division, et perdant peu à peu l'hydrogène avec lequel il est combiné, a pu, dans des circonstances favorables, acquérir la grande cohésion qu'on observe dans le diamant.

Quoi qu'il en soit, on ne peut, dans l'état de nos connaissances, faire à ce sujet que des spéculations hypothétiques; et il nous est, à plus forte raison, impossible de préparer artificiellement le diamant avec du carbone. Nous verrons, à l'article Strass, que l'on est parvenu à imiter, presque complètement, les propriétés physiques qui font rechercher cette pierre précieuse. Le *strass* a toute la diaphanéité, la blancheur et l'éclat des plus beaux diamans; mais il n'en a pas la dureté.

P.

DIAMANT (*Technologie*). Le *diamant* est, de toutes les pierres précieuses, la plus dure; nous pouvons même ajouter qu'il est le corps le plus dur de la nature. Il raie tous les minéraux, et n'est rayé par aucun. Il résiste à la lime, et ne peut être poli qu'à l'aide de la poudre du diamant même.

Quoique très dur, le diamant se casse assez facilement lorsqu'on agit dans le sens de ses lames (de son CLIVAGE).

Le diamant est transparent; taillé et même brut, il a un éclat particulier. Il est phosphorescent par la chaleur; qu'il soit brut ou taillé, il a constamment l'électricité vitrée, tandis que la plupart des corps combustibles, dans la classe desquels il est placé, jouissent de l'électricité résineuse.

Les plus beaux diamans ont une diaphanéité parfaite, et doivent être sans couleur, comme l'eau la plus pure. Ils sont d'autant plus estimés, qu'ils approchent plus de cette perfection. Cette pierre est très rare, et c'est cette rareté qui en élève le prix.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La règle pour l'évaluation du diamant, est que sa valeur croisse selon le carré de son poids. Ainsi, supposons un diamant brut de 2 *carats* (nous allons expliquer ce qu'on entend par ce poids), à 48 fr. le *carat*, il faut élever 2 au carré, ce qui fait 4, ensuite multiplier ce nombre 4 par 48, prix d'un *carat*, ce qui donne 192 fr. pour la vraie valeur d'un diamant brut de 2 *carats*.

Le mot *carat* dont on se sert pour exprimer le titre de l'or et le poids des diamans, vient du nom de la fève d'une espèce d'érythrina, du pays des Shangallas, en Afrique, pays où se fait un grand commerce d'or. Cet arbre est appelé *kuara*, mot qui signifie *soleil* dans le pays, parce qu'il porte des fleurs et des fruits de couleur rouge de feu. Comme les semences sèches de ce légume sont toujours à peu près également pesantes, les sauvages de ce pays s'en sont servis, de temps immémorial, pour peser l'or. Ces fèves ont été ensuite transportées dans l'Inde, où on les a employées, dans les premiers temps, à peser les diamans. Le *carat* est un poids imaginaire, composé de quatre grains un peu moins forts que ceux du poids de marc; car il faut 74 grains $\frac{1}{16}$ de *carat*, pour équivaloir à 72 grains du gros d'or. Chacun de ces grains de *carat* se sous-divise en demies, en quarts, en huitièmes, en seizièmes. Le *carat*, comparé aux poids métriques, équivaut à $2^{décigr}$,0654.

Si l'on veut évaluer un diamant taillé, on doit faire attention qu'il a perdu la moitié de son poids à la taille; ainsi, après qu'on aura trouvé son poids, on doublera ce poids, ou élèvera ce nombre au carré, on multipliera ensuite par 48, et le produit donnera la valeur du diamant, prix moyen.

Si l'on évalue le poids du diamant en décigrammes, la même formule s'appliquera encore: k sera ce poids, mais au lieu de $a = 48$ fr., on prendra $a = 24$ fr., (à peu près 23 fr. 24).

Ainsi, un diamant taillé qui pèse 3 *carats*, doit être considéré comme pesant 6 *carats* avant la taille; on élèvera 6 au carré, ce qui donne 36, on multipliera ce nombre par 48, ce qui donne 1728 fr. pour la valeur de ce diamant pesant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3 *carats* tout taillé. On peut exprimer cette règle par une formule générale; en effet, soit k le poids du diamant taillé, a le prix d'un *carat* de diamant, x la valeur totale; on aura

$$x = 2ak^3.$$

En terme de joaillerie, un diamant qui pèse 20 grains, est un diamant qui pèse 5 *carats*.

Les petits diamans se vendent au poids du *carat*, et le prix du *carat* varie selon le temps, et la qualité des pierres.

Si le diamant a quelque imperfection dans sa forme et dans la couleur de son eau, ou s'il a quelque *glace* ou quelque point noirâtre qu'on nomme *crapaud*, il doit perdre beaucoup de son prix.

Or, pour évaluer un diamant qui a des défauts, on n'a qu'à suivre la même formule que nous avons donnée en affectant à la lettre a une valeur moindre que celle de 48 fr., que nous avons prise, d'après Jeffries, célèbre joaillier anglais, pour le multiplicateur constant dans le cas d'un diamant sans défauts. Ce nombre 48 sera diminué d'une quantité proportionnelle à la dépréciation que l'on jugera devoir porter à cause des défauts de la pierre.

Appliquons ces règles de proportion aux plus beaux diamans connus, pour en avoir une sorte d'estimation.

Les diamans n'acquièrent jamais, comme on le sait, un volume très considérable. Le plus gros diamant connu, qui fut acheté par l'impératrice de Russie, en 1772, d'un négociant grec, est de la grosseur d'un œuf de pigeon, et pèse 1598 décigrammes et demi environ (779 *carats*).

Le prix des diamans augmente dans une progression extrêmement rapide en raison de leur grosseur; et passé un certain volume, ce prix n'est plus dirigé par aucune règle. Ainsi, on assure que le diamant que nous venons de citer a été acheté 2,500,000 fr. comptant, et 100,000 fr. de pension viagère. On dit que ce diamant formait un des yeux de la fameuse statue de Scheringan, dans le temple de Brama, et que ce fut un grenadier français, au bataillon de l'Inde, qui, ayant déserté,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et s'étant mis au service malabar, trouva moyen d'arracher cet œil précieux à la pagode, et de se sauver à Madras. Il vendit son diamant 50,000 fr. à un capitaine de vaisseau; celui-ci le céda pour 300,000 fr. à un juif; ce dernier le donna pour une plus grande somme à un marchand grec; enfin, l'Impératrice en fit l'acquisition comme nous venons de le dire. Ce diamant est d'une belle eau, fort net et de forme ovale aplatie.

Le diamant du Grand Mogol pèse 279 *carats* et demi environ, il est d'une eau parfaite; la forme en est bonne; il n'a pour défaut qu'une petite glace à l'arête du tranchant, au bas du tour de la pierre. Tavernier estime que sans cette glace, il faudrait mettre le premier *carat* à 160 fr.; mais à cause de son petit défaut, il réduit le *carat* à 150 fr., et selon cette règle, qui est à peu près la même que celle de Jeffries, il fait monter la valeur du diamant du Grand Mogol, à 11,723,278 fr.

Le diamant du Grand Duc de Toscane pèse 139 *carats* et demi; il est net, de belle forme, taillé de tous les côtés à facettes; mais comme l'eau tire un peu sur la couleur de citron, Tavernier ne met le premier *carat* qu'à 135 fr., et sur ce pied, ce diamant doit valoir 2,608,335 fr.

Deux autres diamans, qui appartiennent au roi de France, sont: l'un, le *Sancy*, de 55 *carats;* il tient son nom de M. de Harlay, baron de Sancy, ambassadeur de France à Constantinople, qui l'apporta au Roi. Ce diamant a coûté 600,000 fr., et vaut beaucoup plus. L'autre, dit le *Pitte*, ou le *Régent*, parce qu'il a été acquis pour le Roi, par le duc d'Orléans, régent, d'un Anglais nommé *Pitte*, pendant la minorité de Louis XV. Ce diamant pèse 136 *carats* trois quarts; il est taillé en brillant, et a coûté 2,500,000 fr.; il vaut le double.

La même formule que nous avons donnée pour le diamant, peut s'appliquer au rubis, en faisant varier la valeur de *a*.

Les Vitriers emploient, pour couper le verre, les diamans de rebut, et notamment ceux qui ne peuvent se *cliver*. (*V.* Clivage, T. V, pag. 366.) Ils les enchâssent dans une petite masse d'étain, et laissent saillir hors de la masse, un angle aigu du diamant non taillé.

L.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DIAMANTAIRE (*Technologie*). Toutes les pierres précieuses se taillant de la même manière que le diamant, ainsi que les pierres fausses, nous renvoyons au mot LAPIDAIRE la description de l'art de tailler le diamant et toutes les pierres naturelles ou factices. L.

DIAMÈTRE (*Arts de Calcul*). Le diamètre d'un cercle est toute ligne qui, passant par le centre, est terminée de part et d'autre à la circonférence; celui d'une sphère est la ligne qui la traverse par le centre et est limitée à la surface. Cette longueur est double du rayon.

Toute CIRCONFÉRENCE (*V.* ce mot) contient son diamètre 3 fois $\frac{1}{7}$; plus exactement, le rapport constant de la circonférence à son diamètre est $3{,}14159 = \pi$, nombre dont le logarithme est $0{,}497149$.

Étant donné le diamètre ou le rayon d'un CERCLE ou d'une SPHÈRE (*V.* ces mots), nous avons enseigné à trouver la circonférence, l'aire du cercle, la surface et le volume de la sphère. Le problème inverse se rencontre fréquemment; on donne la circonférence ou l'aire d'un cercle, et l'on en demande le diamètre. La formule est

$$Diamètre = 0{,}31831 \times circonf. = \sqrt{1{,}27324 \times cercle.}$$

Le coefficient $0{,}31831$ est le quotient $\frac{1}{\pi}$; le logarithme de ce coefficient est 1.5028501; l'autre facteur $1{,}27324$ est quadruple du premier, ou $= \frac{4}{\pi}$; son log. $= 0{,}1049101$.

Lorsqu'on connaît la longueur l d'un arc de d degrés, le diamètre est $= 114{,}5916 \times \frac{l}{d}$; le logarithme de ce coefficient est $= 2{,}0591526$.

Si k désigne la corde d'un arc de d degrés, $\frac{1}{2}k$ est le sinus de $\frac{1}{2}d$, dans le cercle proposé; donc comparant avec le cercle pour lequel la table des sinus a été construite, et dont le dia-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètre est 2, on a la proportion

$$\sin\left(\tfrac{1}{2}d\right) : 2 :: \tfrac{1}{2}k : \textit{diamètre} = \frac{k}{\sin\left(\frac{1}{2}d\right)},$$

c'est l'expression du diamètre du cercle dans lequel la corde k soutend un arc de d degrés.

Enfin, pour la sphère on trouve de même

$$\textit{Diamètre} = \sqrt{0{,}31831 \times \textit{surf. sph.}} = \sqrt[3]{1{,}90986 \times \textit{vol. sph.}}$$

Il arrive quelquefois, dans les expériences qui exigent de la précision, qu'on veut trouver le *diamètre d'un tube capillaire;* voici comment on peut le mesurer. On pèse ce tube avec une balance très sensible; puis l'on y fait entrer une colonne de mercure, qui prend la forme d'un petit cylindre, dont il s'agit d'obtenir le diamètre d. On pèse ce tube ainsi chargé de mercure, et prenant la différence de ces deux poids, on a le poids p du cylindre métallique; poids que nous supposerons exprimé en grammes. Le volume de ce CYLINDRE (*V.* ce mot) est $= \frac{1}{4}\pi d^2 l$, l étant la longueur en millimètres, d étant aussi des millimètres inconnus. Soit m ce que pèse, en grammes, un millimètre cube de mercure, à la température où l'on opère (1), $\frac{1}{4}\pi d^2 lm$ sera donc le poids p de la colonne: savoir, $\frac{1}{4}\pi d^2 lm = p$; d'où l'on tire $d^2 = \frac{4p}{\pi lm}$, puis (en millimètres)

$$\textit{Diamètre du tube } d = \sqrt{1{,}27324 \times \frac{p}{lm}}$$

Ce coefficient numérique est le même que ci-devant. Cette formule résout la question proposée. FR.

---

(1) A la température de la glace fondante, un centimètre cube de mercure pèse 13,597190 grammes, d'après les expériences de MM. Biot et Arago; mais pour toute autre température, ce poids sera différent, et l'on sait (*V.* DILATATION) que, dans le verre, le mercure se dilate, pour chaque degré centigrade, du $\frac{1}{6300}$ de son volume à zéro. Ainsi,

$$1 + \frac{t}{6300} \textit{ centimètres cubes à } t \textit{ degrés pèsent } 13^{gr},59719;$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DIAPASON (*Arts physiques*). On nomme ainsi un instrument destiné à donner par ses vibrations le son appelé *la* par les musiciens. Une flûte, une corde tendue par une cheville, un tuyau d'orgue étant soumis aux dilatations et condensations dues aux variations de température, ne conservent jamais invariablement le son au même degré diatonique; on ne peut donc en construire des diapasons. Les métaux, dans de petites dimensions, sont les corps sonores qu'on emploie de préférence, parce qu'ils sont si peu dilatés par la chaleur, que le son qu'ils rendent en est à peine affecté. On courbe une tige quadrangulaire d'acier en forme de U à deux branches longues d'environ 8 à 9 centimètres, un peu plus rapprochées en haut qu'en bas. On soude au coude où elles se joignent, un *pied*, sorte de tige ayant un empatement pour qu'il puisse se tenir debout. Un petit cylindre de cuivre, un peu plus épais que l'espace qui sépare les branches à leur extrémité, est inséré entre elles par le bas; on tire en haut pour forcer ce cylindre à sortir, en écartant ces branches, qui cèdent à cette action, s'écartent et se mettent de suite en vibration, en vertu de leur élasticité. On a soin de maintenir le pied de l'instrument, avec l'autre main, sur une table sonore, et l'on entend très distinctement un son pur, et d'autant plus aigu, que les branches sont plus courtes, plus épaisses par en bas. On lime ces parties

---

on en conclut, par une proportion, qu'un centimètre cube à t degrés du thermomètre centigrade pèse

$$\frac{13,59719}{1+\frac{t}{6300}} = \frac{6300 \times 13,59719}{6300+t}$$

Ainsi, le poids d'un millimètre cube de mercure à cette température, est

$$m = \frac{85,662297}{6300+t};$$

par exemple, à la température moyenne de $t = 12°,5$, on trouve $m = 0,0135703$. Ce nombre, mis dans la formule ci-dessus, donne pour le diamètre du tube, en millimètres, la quantité $\sqrt{93,8254 \times \frac{p}{l}}$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avant de les tremper, afin d'amener le son au degré qu'on veut, degré qui est donné par un autre instrument déjà au ton. Un étui en bois reçoit le diapason; cet étui porte à son extrémité le cylindre de cuivre dont on vient de parler, et qui sert à faire résonner l'instrument. Au reste, en tenant l'instrument par son pied et frappant brusquement l'une des branches sur un corps dur, on le met plus facilement en vibration qu'en se servant de ce cylindre; mais les vibrations ont alors moins d'éclat et de durée.

Comme le son que rend une corde dépend de sa tension, toutes les autres circonstances restant les mêmes (*V.* Cordes vibrantes), M. de Prony a imaginé un diapason qui donne constamment et en toute rigueur le *la*, et même tout autre son, à volonté. Il a calculé par la formule quels sont les poids sous lesquels une corde en fil d'acier de dimension connue doit être tendue pour rendre les sons de la gamme; la corde est fixée par un bout dans une boîte verticale, et les poids variables sont ajoutés à l'autre bout sur un appareil destiné à la tendre. Cet instrument, semblable au monocorde qui a été décrit au mot Accordeur, a des subdivisions où l'on peut placer un chevalet, pour produire sur le son le même effet que si l'on changeait les poids. Ce que nous avons dit dans les articles cités suffira pour comprendre et même construire un semblable instrument, qui a l'inconvénient de n'être point portatif, mais qui reproduit sans variations les mêmes sons, tant que la corde n'est pas cassée. Fr.

DIAPHRAGME. Toutes les fois que dans un tube cylindrique, tel qu'un tuyau de pompe, de lunette, etc., on veut interrompre la communication dans le canal, on y place un disque plus ou moins mince, auquel on donne le nom de *diaphragme*: ceux des lunettes sont percés au centre d'un trou circulaire pour laisser passer la lumière; ils sont noircis pour arrêter et détruire les rayons épars qui nuiraient à la netteté de la vision, et surtout les rayons qui s'écartent trop de l'axe optique et déformeraient et coloreraient les objets. Les Soupapes des pompes sont portées par des diaphragmes percés, etc. Fr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DIGESTEUR. On a donné le nom de *digesteur* à un appareil inventé par Papin pour soumettre certaines substances, et particulièrement les os des animaux, à l'action de l'eau élevée à une température plus forte que celle qu'elle peut acquérir dans les circonstances ordinaires, et pouvoir, à l'aide de ce moyen, extraire plus facilement les matières solubles qu'elles contiennent. On trouve cet appareil décrit dans plusieurs auteurs sous le nom de *marmite de Papin*. C'est cette invention qui a donné l'idée des autoclaves, qui n'en sont qu'une très simple extension.

La *marmite* ou le *digesteur de Papin* se compose ordinairement d'un cylindre de laiton, au milieu duquel on a foré une cavité également cylindrique, mais de manière à conserver des parois fort épaisses, et par conséquent très résistantes. Ce cylindre est recouvert par un disque de même matière, qui s'y applique exactement, et qu'on y maintient à l'aide d'une armure en fer et de vis de pression.

On met dans l'intérieur de ce vase l'eau et la substance qu'on veut soumettre à l'action de ce véhicule ; on le place ensuite, lorsqu'il est bien clos, sur un fourneau allumé. On conçoit qu'alors le liquide pourra atteindre une température très supérieure à celle de son ébullition, dans les circonstances ordinaires, puisque sa vapeur ne pouvant plus se développer et rendre latente une portion de la chaleur, celle-ci s'accumulera de plus en plus dans l'eau ; et sa température irait toujours croissant, jusqu'à ce qu'elle fût en équilibre avec celle du foyer qui l'environne, si le vase était composé d'une matière irrésistible. Mais comme la force de cohésion qui retient ses molécules liées entre elles est elle-même limitée, il s'ensuit que le vase finirait par céder à l'effort progressif qu'exerce l'expansibilité du liquide, si l'on ne prenait la sage précaution, ou de modérer la chaleur, en diminuant le combustible, ou d'adapter, comme le prescrit l'auteur de cette invention, une soupape de sûreté, dont on peut régler la résistance à volonté à l'aide d'un levier, sur lequel on fixe un contre-poids à une distance plus ou moins grande du point d'application de la soupape.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette disposition offre l'important avantage de pouvoir limiter et déterminer la température à laquelle les corps seront soumis dans cet appareil.

M. Chevreul a fait une application heureuse du digesteur de Papin à l'analyse végétale; il donne le nom de *digesteur distillatoire* à ce nouvel appareil, qui se compose, 1°. d'un cylindre en cuivre bien calibré, dans lequel entre à frottement un cylindre d'argent dont le bord est renversé perpendiculairement à l'axe du cylindre, et vient s'appliquer à recouvrement sur le bord du digesteur. Un segment de sphère en cuivre et également doublé en argent ferme l'ouverture du cylindre d'argent en s'appliquant sur son bord et en l'emboîtant. 2°. D'une soupape conique qui est reçue dans une cavité pratiquée au centre du couvercle. Cette soupape est pressée par un ressort en spirale, dont la force varie suivant les expériences que l'on veut faire. On estime cette force au moyen d'une romaine. Ce ressort est renfermé dans une boîte en cuivre, percée de quatre trous, et elle se visse sur un filet qui se trouve à l'extérieur du couvercle. 3°. D'un tube qui se visse sur un second filet placé au-dessous du précédent; il renferme la boîte de la soupape, c'est pourquoi il est plus large à sa base que dans le reste de sa longueur. Ce tube est courbé et disposé de manière à ce que l'on puisse adapter à son extrémité un ajutage que l'on met en communication avec le col d'un ballon tubulé, qui lui-même peut être ajusté avec des flacons de Woulf, si le besoin l'exige. (*V.* Pl. 21, fig. 1.)

Lorsqu'on opère sur des matières solides qui pourraient être projetées par le liquide dans les cavités de la soupape, on met par-dessus les matières introduites dans le cylindre d'argent un disque ou diaphragme de même métal, qui est percé en écumoir, et qui porte dans son milieu un gros fil d'argent terminé en croissant.

Voici les principaux avantages que M. Chevreul annonce avoir tirés de cet appareil: 1°. l'eau, l'alcool et l'éther y acquièrent une grande énergie; ils deviennent capables d'attaquer les substances sur lesquelles ils n'auraient pas d'action à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pression ordinaire; 2°. il permet de recueillir les produits qui peuvent se volatiliser; et comme on peut en même temps condenser les véhicules employés à l'opération, et juger par conséquent de la portion qui reste encore dans l'appareil; on obtient tout-à-la-fois une économie dans les frais de l'opération, et un moyen de prévenir toute altération, en l'arrêtant à propos. (*V.* Ann. de Chim., T. 96.) R.

DIGUE (*Arts physiques*). Construction destinée à retenir les eaux et à s'opposer à leur écoulement. La digue qui ferme un étang s'appelle *chaussée*; on nomme *jetée* celle qui empêche les débordemens d'une rivière.

Le principe sur lequel une digue est construite est le fondement de l'hydrostatique (*V.* Fluide); chaque partie de la surface baignée par une eau dormante éprouve une pression égale au poids d'une colonne d'eau qui aurait pour base cette portion de surface et pour hauteur son enfoncement au-dessous du niveau. Ainsi, 1°. une digue éprouve la même pression, quelle que soit l'inclinaison de sa surface baignée; 2°. les points les plus bas sont les plus pressés et doivent offrir plus de résistance, ce qui oblige à donner plus d'épaisseur aux parties inférieures de la digue. Quand le fluide est en mouvement, son action est mesurée par le produit de l'aire multipliée par le carré de la vitesse et par le carré du sinus d'incidence du courant. Cette considération est fort importante lorsque la digue est destinée à contenir un fleuve. Mais cette partie de l'art, qui présente de grandes difficultés, ne pourrait être traitée ici que par aperçu, et nous ne devons nous occuper que des digues opposées aux eaux stagnantes.

La coupe d'une digue a la forme d'un trapèze; la base s'appelle *pied* ou *empatement*; elle est plus large que le sommet, qu'on nomme *couronne*; les côtés sont les *flancs*. On creuse, dans la direction que doit avoir la digue, un fossé assez profond pour atteindre au banc d'argile imperméable à l'eau; la base doit avoir en épaisseur le triple de la hauteur, pour être capable de résister à la poussée du fluide, et même on force cette proportion, pour plus de sûreté. Les fossés qu'on creuse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en dedans et en dehors pour en retirer la terre propre à la construction, s'appellent *ceinture* et *contre-ceinture;* la lisière de terrain qui borde les canaux et les ceintures est nommée *francs bords* et *prélais*. La force d'une digue dépend du volume et de la hauteur des eaux à contenir, de leur rapidité et de la nature des terres qu'on y emploie. La crête doit s'élever de 2 à 3 pieds au-dessus des hautes eaux.

Le procédé le plus économique consiste à élever la digue en terre argileuse, qu'on garnit de gazons; on laisse la masse se tasser durant un an avant d'y laisser arriver l'eau, puis l'on recharge. Des CLAYONNAGES en bois servent mal à retenir les terres; mais on se sert plus efficacement de pieux, de roseaux, de plantations d'arbres, tels que les bois blancs, platanes, aulnes, etc. Les ceintures doivent être plutôt larges que profondes; les francs bords ne peuvent avoir trop de largeur, et les plantations qu'on y fait indemnisent amplement de la perte du terrain.

Les meilleures digues sont celles qu'on revêt, du côté de l'eau, en pierres de taille réunies à chaux et ciment; mais comme la dépense en est considérable, lorsqu'on ne veut pas se contenter d'une digue de terre, on construit deux murs parallèles en pierre, celui du côté de l'eau étant d'un tiers plus élevé que l'autre, et l'on comble l'espace qui les sépare avec une terre argileuse bien corroyée et bien battue : les parois de ces murs sont enduites de cette terre, et l'on dispose cet enduit en pente douce du côté extérieur.

On ménage, en lieu convenable, une ÉCLUSE ou une BONDE, pour livrer passage à l'eau, lorsque cela est nécessaire. (*V.* ÉTANG.)

FR.

DILATATION (*Arts physiques*). Effet par lequel un corps prend un plus grand volume, sans recevoir aucune matière additive, sans changer de poids : ce mot est opposé à *condensation*, qui signifie accroissement de DENSITÉ. Les corps qui se dilatent deviennent moins denses.

Deux causes principales dilatent les corps, la PRESSION et la CHALEUR. Les gaz occupent plus d'espace lorsque, renfermés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans un vase flexible, la pression extérieure diminue : la pression atmosphérique fait donc varier leur volume. La chaleur produit le même effet, et l'expérience prouve que lorsqu'une substance s'échauffe, son volume s'accroît d'une quantité qui varie pour les divers corps soumis à une même augmentation de température. Les physiciens expliquent cet effet en admettant que le calorique s'interpose entre les molécules et les écarte, ce qui fait occuper plus d'espace à leur ensemble; et comme pour élever un corps à une certaine température, il faut y introduire des quantités différentes de chaleur, selon les diverses substances (*V.* Chaleur spécifique), les changemens de volume sont aussi inégaux pour une même température.

Analysons les résultats de ces deux causes de dilatation.

La pression ne produit aucun effet sur le volume des fluides, parce qu'ils sont incompressibles, du moins dans les limites des expériences. Sur les solides, elle ne peut guère s'exercer que mécaniquement, et par conséquent elle peut bien comprimer les corps, mais non les dilater en cessant son action, si ce n'est par l'effet de l'Élasticité (*V.* ce mot). Mais les gaz et les vapeurs sont sans cesse exposés à varier de volume sous l'influence des changemens de pression atmosphérique; c'est alors la *loi de Mariotte* qui sert à en calculer les effets : cette loi consiste en ce que les volumes occupés par des gaz sont en raison inverse des pressions qui agissent sur eux (*V.* Pression). Bien entendu qu'on suppose que le gaz est libre dans l'air, ou contenu dans un vase flexible. Ainsi, un litre de vapeur, pris dans nos régions, transporté au sommet d'une montagne où la pression ne serait que de 360^{mm} (14 pouces), se dilaterait et prendrait un volume de deux litres.

Quant à la chaleur, ses effets sont si grands, si marqués, que nous sommes sans cesse appelés à leur résister, ou à les seconder, selon les circonstances où nous nous trouvons. La chaleur change la forme des corps, les dimensions des vases, amène la destruction des fourneaux et des appareils, s'oppose à l'uniformité du mouvement des montres et des pendules, brise les corps qu'on renferme entre des appuis inébranlables, etc. : il est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc bien important de prévoir ces effets et de les calculer. Dans les longues conduites, on doit laisser un peu de jeu aux parties, pour se prêter au retrait et à l'extension causés par des alternatives de chaud et de froid : il en faut dire autant des tuyaux pour le chauffage par la vapeur. Les thermomètres sont des instrumens propres à mesurer la température par la dilatation que la chaleur fait éprouver aux fluides. Enfin, il n'est presque aucune circonstance où nous ne soyons obligés de prévoir, et souvent même de calculer l'influence de la chaleur sur nos appareils. Nous aurons soin, chaque fois que ce calcul sera utile, d'en montrer l'emploi et la marche (*V.* Chaleur, Chauffage, Fourneaux, Compensateurs, Thermomètres, etc.); nous devons seulement exposer ici les élémens qui servent de base à ces opérations, et l'ordre général qu'on y observe.

La table suivante donne les résultats obtenus par divers physiciens; elle fait connaître l'alongement que subissent diverses barres qui ont l'unité pour longueur, en passant de 0 à 100 degrés du thermomètre centigrade : ces nombres sont obtenus par des expériences réitérées faites avec le Pyromètre. On y voit, par exemple, qu'un fil de fer s'alonge, pour 100° de variation de température, d'environ 0,0012 de sa longueur; qu'un tuyau de cuivre rouge d'un mètre de long, prend 0,0017, ou à peu près 2 millimètres d'accroissement, pour cette même étendue thermométrique, etc.

On remarquera que lorsqu'un métal est écroui, ou tiré à la filière ou au Banc, il est plus dilatable, sous l'influence de la chaleur, que lorsqu'il est simplement fondu et coulé, ou même forgé. Cependant, il est bon de dire qu'un métal n'éprouve pas la même quantité de dilatation pour la même température; les circonstances de son action, le lieu d'où on l'extrait, les procédés même de l'extraction, etc., contribuent à modifier cet effet : mais comme les différences sont assez petites, on les néglige; les nombres de la table sont des moyennes entre diverses expériences. Mes observations tendent même à me faire penser que la dilatation ne s'exécute que par petites saccades à mesure que la chaleur s'accumule, comme si les molécules ne s'écar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

taient les unes des autres, pour livrer passage au calorique, qu'en opposant une résistance.

Quoiqu'il ne soit pas exact de dire que *la dilatation se fait proportionnellement à la température*, cependant on peut admettre cette proposition pour les corps solides dans de certaines limites, et principalement de 0 à 100° et au-delà de ces deux termes; mais vers le terme de la fusion, les choses ne se passent plus ainsi. La dilatation du laiton pour 100° étant 0,00188, elle sera donc de 0,000188 pour 10°. Une règle de trois fera toujours connaître la quantité qui répondra à une température désignée. Soit α la dilatation linéaire d'une substance pour 100° et l'unité de longueur (α est le nombre de notre table); pour une variation de t degrés centigrades, elle sera donnée par cette proportion : si 100° produisent α, combien t degrés? La dilatation qu'éprouve la longueur l est donc $= 0{,}01 \times \alpha t l$, en sorte que l est devenue pour t degrés

$$x = l(1 + 0{,}01 \times \alpha t) \ldots . (1)$$

Si l'on considère une surface s, comme ses deux dimensions éprouvent la dilatation linéaire, il en résulte une aire s' semblable à la première : ces aires s et s' sont entre elles comme les carrés de leurs dimensions l et x, savoir $s : s' :: l^2 : x^2$; or, en négligeant le carré de α qui est fort petit, $x^2 = l^2 (1 + 0{,}02 . \alpha t)$; ainsi l'accroissement de surface est $s' - s = 0{,}02 \times \alpha t s$, savoir $s' = s (1 + 0{,}02 \times \alpha t)$.

On verrait de même, en négligeant α^2 et α^3, qu'un volume v devient $v (1 + 0{,}03 \times \alpha t)$, pour t degrés.

En comparant ces résultats à l'équation (1), on reconnaît que cette formule de la dilatation des lignes est applicable aux surfaces et aux volumes représentés par l, pourvu qu'on remplace la grandeur α donnée par la table, par 2α dans le 2e cas, et par 3α dans le 3e.

Pour donner des exemples de cette théorie, supposons qu'une conduite en tuyaux de fonte ait 1000 mètres de longueur, lorsque la température est de 20 degrés; on demande ce qu'elle sera à 15° sous zéro. On fera dans l'équation (1) $l = 1000$,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$\alpha = 0{,}001079\,15$, et $t = 35$; ce qui donnera $x = 1000378$; l'accroissement sera, comme on voit, de 4 décimètres; ce qui suppose un refoulement et des contractions destructives, à moins qu'on n'ait ajusté la conduite sous terre, ou de manière à prévenir cet effet (*V.* Tuyaux et Conduite). Avec des tuyaux de cuivre ou de zinc, l'action serait considérable, et l'on conçoit qu'il faut prévenir cet effet dans les chauffages par la vapeur, ainsi qu'on l'a déjà dit.

Les plaques de bronze qui recouvrent en hélice la colonne de la place Vendôme, ont 264 mètres de développement; en prenant $\alpha = 0{,}00188$, comme pour le cuivre, on trouve que 35° de variation de température, donnent 174 millimètres d'alongement (environ 6 pouces et demi). M. Lepère, habile architecte, a prévu cet effet destructeur, en prenant des points d'attache ingénieusement disposés pour isoler les plaques de métal et leur laisser la liberté de s'alonger, sans nuire à la solidité de l'édifice.

L'inégalité de dilatation des métaux est une propriété qui sert de base à la construction des Thermomètres métalliques, et des Compensateurs d'horlogerie. (*V.* ces mots.)

Les règles de métal qui servent à mesurer des distances itinéraires, qu'on nomme *bases* en Géodésie, se dilatent et se condensent au gré des variations de température; et si l'on ne faisait pas entrer cette circonstance en considération, les résultats seraient fautifs, et cela d'autant plus que, ces longueurs dépassant 12000 mètres, le facteur l se trouve alors fort grand. Par exemple, une règle de laiton de 5 mètres, telle qu'on l'emploie ordinairement, étalonnée à 12° sur une de platine, si l'on s'en sert à 20 degrés, température ordinaire de la saison de ces sortes d'opérations, donnera 3 mètres et demi d'erreur sur une distance de 10000 mètres.

Un ballon de verre contient 10 litres à la température zéro; on demande quelle sera sa capacité à 25 degrés. On a $l = 10$, $\alpha = 3$ fois $0{,}00089694$, $t = 25$; et l'on trouve $x = 10{,}0067$; ainsi le ballon contient près de 7 centimètres cubes de plus qu'à la glace fondante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Table des dilatations linéaires de quelques substances, depuis 0° jusqu'à 100° du thermomètre centigrade.

SUBSTANCES.	VALEURS DE α.	OBSERVATIONS.
Verre de Saint-Gobain	0,00089089	Lavoisier et M. Laplace.
Verre sans plomb	0,00089694	
Flint-glass anglais	0,00081166	
Cristal avec plomb	0,00087199	
Cuivre (rouge)	0,00171733	
Cuivre jaune (laiton)	0,00187821	
Fer doux forgé	0,00122045	
Fer tiré à la filière	0,00123504	
Acier non trempé	0,00107915	
Acier trempé jaune recuit	0,00123956	
Plomb	0,00284836	
Étain des Indes	0,00193765	
Étain de Falmouth	0,00217298	
Argent de coupelle	0,00190974	
Argent à 0,9 de fin	0,00190868	
Or de départ	0,00146606	
Or à 0,9 de fin	0,00155155	
Or tiré à 18 karats	0,00140902	Bréguet.
Or fondu, *idem*	0,00152812	*Idem.*
Mercure dans un tube de verre	0,01587300	Biot.
Alliage moitié plomb et étain	0,00312671	Bréguet.
Zinc coulé	0,00224795	*Idem.*
Zinc tiré à la filière	0,00304553	*Idem.*
Platine	0,00085655	Borda.

Notre formule est établie pour le thermomètre centigrade; si l'on se sert de celui de Réaumur, on remplacera le facteur 0,01 par $\frac{1}{80} = 0{,}0125$.

Toutes les fois que le volume v d'une substance est connu à une température t, on peut obtenir celui v' qui répond à une température t'; car soit V le volume à zéro, on a $v = V(1 + 3\alpha t)$, $v' = V(1 + 3\alpha t')$; éliminant V entre ces deux équations, et négligeant les puissances de α, on trouve

$$v = v' \{1 + 3\alpha (t - t')\} \qquad (2).$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque α est connu, on peut donc calculer la dilatation de tous les corps solides dans leurs trois dimensions. Ce changement de volume, quoique fort petit, est cependant capable d'effets puissans, parce qu'aucune force ne peut s'y opposer. C'est ainsi qu'on a vu redresser une muraille par les contractions et extensions de barres de fer soumises à des alternations de froid et de chaud. (*V.* T. IV, page 335.)

Les liquides éprouvent des effets de même nature que les solides par l'influence de la chaleur. On trouve que de 0 à 100 degrés, la dilatation est

Pour l'eau, de ..... 0,0465 $= \frac{1}{23}$ de son volume à zéro;
Pour l'alcool, de ... 0,1100 $= \frac{1}{9}$;
Pour le mercure, de 0,018018 $= \frac{2}{111}$;
Pour les huiles fixes, 0,08 $= \frac{2}{25}$.

Toutefois les volumes ne varient proportionnellement aux températures que dans des limites beaucoup plus resserrées que pour les solides. En partant des expériences tentées par MM. Thompson, Deluc, Gilpins et Blagden, etc., M. Biot a trouvé que l'unité de volume des liquides éprouve une dilatation qui, comptée depuis la glace fondante et pour t degrés du thermomètre centigrade à mercure, est

$$d = at + bt^2 + ct^3, \ldots (3);$$

les coefficiens a, b, c, étant constans pour un même liquide à toute température, mais différens quand on change de liquide. Ces nombres sont les suivans pour

L'eau pure	$a = -0,160000$	$b = 0,01850$	$c = -0,0000500$
L'huile d'olive.	$a = +0,950667$	$b = 0,00075$	$c = -0,0000017$
L'eau saturée de sel marin.	$a = +0,820006$	$b = 0,00203$	$c = +0,0000028$
L'alcool très rectifié.	$a = +0,784000$	$b = 0,00208$	$c = +0,0000078$
1 d'eau et 1 d'alcool. ...	$a = +0,705333$	$b = 0,00275$	$c = +0,0000117$
3 d'eau et 1 d'alcool. ...	$a = +0,010333$	$b = 0,01553$	$c = -0,0000394$

Il faut pourtant dire que cette équation (3) n'est plus ap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plicable près du changement des liquides, soit vers la solidification, soit vers la vaporisation. Il faudrait pour que la loi des dilatations proportionnelles aux températures eût lieu, que les termes bt^2 et ct^3 fussent négligeables, ce qui n'a lieu que pour des variations peu étendues. On conçoit, d'après cela, que cette loi subsistant pour le mercure de 0 à 100°, mais ne se soutenant pas entre les mêmes limites pour l'alcool, les thermomètres construits avec ces deux liquides ne s'accorderont ensemble qu'aux termes pris pour en fixer les graduations. Les thermomètres à mercure sont bien préférables dans cette étendue : mais en s'approchant du terme — 39° de la congélation du fluide métallique, les irrégularités se manifestent, et l'instrument ne peut plus être employé.

Comme le centimètre cube de mercure à la glace fondante pèse 13,5971900 grammes, et qu'il éprouve la dilatation cubique de $\frac{1}{5550} = 0{,}0180180$ pour chaque degré centigrade, il est bien facile par les formules (1 et 2) de calculer toutes les variations de volume qu'éprouve ce poids à toutes les températures.

Si l'on compare les dilatations du verre et du mercure, on trouve que ce fluide est plus sensible à la chaleur que le verre, et que l'augmentation *apparente* de volume est de $\frac{1}{6300}$ pour chaque degré centigrade. Ainsi, lorsque la chaleur pénètre un thermomètre, le verre se dilate moins que le mercure qu'il contient, et la colonne monte de $\frac{1}{63}$ du volume primitif pour 100 degrés d'accroissement de température, quoique le volume du fluide se soit réellement accru de $\frac{2}{111}$.

Il nous reste maintenant à parler de l'effet de la chaleur sur les gaz : il suit des expériences de MM. Gay-Lussac et Dalton, que, lorsque la pression reste la même pour chaque degré de température centigrade, quels que soient les gaz, leurs volumes varient de 0,00375 ou $\frac{3}{800}$ de celui qu'ils occupent à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

température 0. Les vapeurs sont soumises à la même loi, tant qu'elles peuvent exister à cet état, eu égard à la pression et à la température qui les affecte. Pour comprendre à la fois les variations de chaleur et de pression dans la même formule, soient v et v' des volumes d'un gaz sec aux températures centigrades respectives t et t', et sous les pressions p et p', la loi précédente, combinée avec celle de Mariotte, donne l'équation

$$pv(1+0{,}00375\,t') = p'v'(1+0{,}00375\,t) \ldots\ldots (3).$$

Les pressions p et p' sont mesurées par les colonnes de mercure du baromètre. Par exemple, si 20 litres d'un gaz sont renfermés dans un vase flexible, la température étant 10°, et la pression atmosphérique 770^{mm}, on demande ce que ce volume deviendra, lorsque la température sera de 30°, et la pression de 750^{mm}. On trouve $v' = 20$, $t' = 10$, $p' = 770$, $t = 30$, $p = 750$; d'où

$$v = \frac{770.20\,(1+0{,}00375.30)}{750\,(1+0{,}00375.10)} = \frac{1540}{75} \times \frac{1{,}1125}{1{,}0375} = 22{,}02$$

Ainsi le volume aura augmenté de 2 litres, ou $\frac{1}{11}$.

De même que la chaleur et la pression font changer le volume des gaz, réciproquement la dilatation et la compression absorbent ou produisent du calorique. Le vide qu'on fait sous la machine pneumatique y cause du froid, et peut faire descendre le thermomètre jusqu'à 40 ou 50 degrés au-dessous de zéro. Le nuage qu'on observe sous le récipient, à chaque coup de piston, est produit par la vapeur condensée sous un aussi grand refroidissement. L'amadou, qui prend feu dans le Briquet pneumatique, montre que la compression de l'air dégage une chaleur de plus de 300 degrés dans cette expérience; d'ailleurs l'air comprimé devient lumineux; ce qui s'accorde avec cette conséquence. Enfin, le résultat des expériences sur la vitesse du Son, prouve que l'air s'échauffe par une compression subite d'une quantité que M. Poisson évalue à 1° pour une réduction du 116e de son volume; et, comme l'a très bien observé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Carnot fils, dans ses excellentes Réflexions sur la force motrice du feu, la plus grande de toutes les puissances, la plus utile à nos besoins, provient des dilatations et condensations successives; en sorte que partout où il existe une différence de température, et où il peut y avoir rétablissement d'équilibre du calorique, il peut aussi y avoir production de force motrice.

Les changemens opérés dans la température des solides sont de si peu d'étendue, que la puissance qu'on en retire est toujours très faible en comparaison de celle que produisent les gaz et les vapeurs. Aussi voit-on que les pièces solides des machines à vapeur supportent des efforts très considérables, sans produire de variations sensibles de température. Les actions des FILIÈRES, des LAMINOIRS, des BALANCIERS monétaires, sont énormes, et cependant la chaleur qu'on y développe ne peut détremper les coins. La vapeur d'eau, au contraire, en repassant à l'état liquide, change de forme et de volume, et engendre celle de toutes les forces motrices qui est la plus féconde pour notre industrie. Lorsque l'eau se résout en vapeur sous la température et la pression ordinaires de l'atmosphère, elle prend un volume 1700 fois plus grand, et réciproquement la vapeur d'eau en redevenant liquide se réduit à un espace 1700 fois moindre : un kilogramme d'eau donne 1700 litres de vapeur. C'est à cette cause qu'est due la force motrice des MACHINES A VAPEUR, dont nous donnerons la théorie avec des développemens convenables. (*V.* VAPEUR.) FR.

DILIGENCE (*Technologie*). C'est une grande voiture à quatre roues, qui, outre une quinzaine de voyageurs qu'elle porte, se charge encore de beaucoup de marchandises ou petits paquets. On la nomme *diligence*, à cause de la célérité avec laquelle elle voyage. Au mot SELLIER-CARROSSIER, nous en donnerons la description. L.

DINDON. Oiseau de basse-cour. (*V.* VOLAILLE.) L.

DISBRODURE (*Technologie*). On donne le nom de *disbrodure* à l'eau dans laquelle on a lavé la soie après qu'elle est sortie de la teinture. On appelle *disbroder*, l'opération du lavage de la soie teinte. L.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISTILLATEUR ou BOUILLEUR (*Technologie*). Dans cet article, nous ne traiterons que de l'*art du distillateur des eaux-de-vie et des esprits.* Nous renvoyons aux mots Essences, Liquoriste et Parfumeur, l'art d'extraire par la distillation les essences et les autres substances qui font la base des liqueurs et des parfums. Le *distillateur* est celui qui distille les substances liquides qui ont acquis la fermentation vineuse pour en retirer les diverses espèces d'alcool, c'est-à-dire les eaux-de-vie et les esprits. Le *bouilleur* est celui qui s'occupe absolument des mêmes fonctions. Dans le principe, c'est-à-dire dès le moment où l'art de la distillation fut devenu une opération manufacturière, ces deux mots étaient parfaitement synonymes; voyons quelle est la différence que l'orgueil et l'amour-propre ont mise dans ces deux mots.

Le *distillateur* est aujourd'hui l'homme riche qui fournit les fonds nécessaires à sa fabrique, mais qui ne met pas la main à l'œuvre ; il se contente, lorsqu'il est vigilant, de faire les achats des matières premières, et de suivre les marchés pour opérer les ventes. Le *bouilleur* est, à proprement parler, le chef de l'atelier ; c'est lui qui conduit les opérations, qui dirige les ouvriers. C'est sur la tête de ce chef que roule toute la fabrication. Des soins assidus qu'il porte à la surveillance des ouvriers, et à tous les détails qu'exige cette manipulation importante, dépend la prospérité de l'établissement. Le propriétaire doit donc s'attacher à choisir un homme qui connaisse à fond son état; et, lorsqu'il a eu le bonheur de le trouver, il doit chercher à le conserver.

La plupart des fabricans sont tout-à-la-fois distillateurs et bouilleurs; ce sont ces entrepreneurs dont les établissemens, pour l'ordinaire, réussissent le mieux, donnent les meilleurs produits, et se soutiennent le plus long-temps. Les uns et les autres ont besoin de réunir beaucoup de connaissances, pour conduire avec fruit l'entreprise dont ils sont chargés. Nous allons tâcher de renfermer dans cet article tout ce qui nous a paru devoir les éclairer dans cette manipulation importante, d'où la France tire une grande partie de sa richesse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous diviserons cet article en deux parties ; dans la *première*, nous décrirons les manipulations qu'emploie le distillateur des *vins* proprement dits, et sous cette dénomination nous comprenons non-seulement les vins tirés du raisin, mais même les liqueurs extraites de tous les fruits, et qui acquièrent spontanément la fermentation vineuse ou alcoolique, tels que les *cidres*, les *poirés*, etc. Le distillateur, tel que nous le considérons ici, ne fabrique pas, ou n'est pas censé fabriquer son vin; il l'achète tout fabriqué des propriétaires de vignes, etc., qui le lui vendent après qu'il est confectionné.

Dans la *seconde partie*, nous décrirons les moyens que le distillateur met en usage pour extraire des *graines céréales*, des *fécules*, etc., une liqueur fermentée, qu'il soumet ensuite à la distillation, et dont il retire des eaux-de-vie et des esprits en employant les mêmes appareils et les mêmes procédés dont nous aurons parlé dans la *première partie*. Celui-ci fabrique les liqueurs vineuses qu'il soumet à la distillation.

Première partie. *Distillateur des vins proprement dits.*

Pour mettre de l'ordre dans cet article important, nous diviserons cette première partie en trois paragraphes, dans lesquels nous traiterons, 1°. de la description d'une brûlerie, telle que nous désirerions les voir toutes établies; 2°. des moyens de connaître les vins qui sont les plus riches en alcool, et par conséquent ceux que l'on doit choisir de préférence; 3°. enfin, des règles sur lesquelles est fondée la pratique de la distillation. Nous considérons ici l'art du distillateur sous le rapport manufacturier.

§ Ier. *Description d'une brûlerie construite sur les meilleurs principes.*

Le local dans lequel s'opère la distillation des vins, et qui renferme tous les instrumens, tous les objets relatifs à cette fabrication, se nomme *brûlerie*. Quelques auteurs ont prétendu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'une brûlerie pouvait servir de cellier; nous ne sommes pas de leur avis. Nous pensons, au contraire, qu'en cherchant l'économie sous ce point de vue, on s'expose à une grande prodigalité. En effet, le feu qu'on est obligé d'entretenir continuellement dans une brûlerie, rend nécessairement la température du local trop élevée pour y conserver du vin. Personne n'ignore qu'une température soutenue au-dessus de dix degrés (R) est suffisante pour déterminer dans le vin la fermentation acide, et dès-lors quel regret n'éprouverait-on pas si, par le motif d'une économie mal entendue, on venait à perdre une quantité considérable de vin dont les magasins pourraient être remplis. Nous reviendrons plus bas sur cet objet.

Lorsqu'on veut entreprendre une distillation en grand, il faut avoir devant les yeux le tableau de tout ce qui peut être nécessaire pour rendre le travail facile, assurer la conservation des matières premières, préserver de toute altération les produits de la fabrication, et employer le moins de bras possible.

Un local destiné à une distillerie doit être vaste; il doit renfermer, 1°. une source abondante; 2°. une excellente cave; 3°. un vaste cellier; 4°. un emplacement suffisant pour la brûlerie proprement dite; 5°. des hangars ou des magasins pour enfermer la provision de combustible. Nous allons traiter de chacun de ces objets séparément, et nous tâcherons de nous rendre si clair dans cette description, qu'il nous paraîtrait superflu d'en donner les plans par des figures.

1°. *De l'eau.* Comme on emploie, dans une brûlerie, une quantité considérable d'eau (1), il est nécessaire de se placer, autant qu'il est possible, à côté d'un ruisseau ou d'une fontaine abondante. On doit sentir que si, dans l'intention de mettre à profit un beau local déjà construit, on se trouvait privé d'eau, et qu'il fallût se la procurer, soit à bras d'hommes, soit à dos de mulet, ou de toute autre manière coûteuse, ces dépenses, qui se renouvelleraient à tout instant, absorberaient

(1) Lorsqu'on se sert de l'appareil de M. Ch. Derosne, on n'a presque pas besoin d'eau; mais nous devons parler ici en général.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bientôt les produits de l'entreprise, et forceraient le propriétaire à l'abandonner, après avoir causé sa ruine.

Si l'on est maître de la localité, et si, après avoir trouvé un ruisseau ou une bonne fontaine, on pouvait se placer un peu au-dessous de leur niveau, ce serait l'emplacement le plus économique, parce qu'alors, au moyen de quelques tuyaux et de robinets, on pourrait conduire cette eau partout où le besoin l'exigerait, et la dépense qu'on serait d'abord obligé de faire pour les tuyaux de conduite, serait avantageusement rachetée par l'économie immense que présenterait ce moyen.

Malheureusement cette disposition n'est pas toujours au choix du distillateur. Il est souvent obligé de se contenter d'un puits; mais alors il doit faire en sorte de se placer près d'un puits abondant; et à l'aide d'une pompe bien conçue qu'il peut faire mouvoir par un petit âne, ainsi que le pratiquèrent les frères Argand, dans la superbe brûlerie qu'ils établirent à Valignac, près de Montpellier, on supplée, par une légère dépense, à la source qu'on n'a pas pu se procurer.

De quelque manière que l'eau arrive dans l'atelier, il faut être assuré de ne jamais en manquer; et lorsqu'on est forcé de l'obtenir par le moyen d'une pompe, il convient de la faire arriver dans un bassin ou réservoir, qu'on fait construire exprès, et qu'on place à la hauteur convenable pour la faire couler directement, par des tuyaux de conduite et des robinets, dans les vases les plus élevés. Afin que le travail ne soit jamais interrompu, il faut que la capacité du réservoir soit telle, qu'il contienne toute l'eau nécessaire pour le service d'une journée, et qu'il soit rempli en entier chaque matin avant midi, et chaque soir avant la nuit. Par ce moyen, on sera assuré d'avoir toujours l'eau indispensable.

L'eau est absolument nécessaire dans une brûlerie, pour condenser les vapeurs qui, sortant des vases distillatoires, sont introduites dans les vases condensatoires, et dans les tonnes aux serpentins. Si l'eau des cuves qui contiennent les condenseurs n'est pas renouvelée de temps en temps, elle finit par s'échauffer à tel point, que le filet d'eau-de-vie qui sort du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

condenseur est encore chaud, la partie alcoolique qui n'a pas pu se condenser, se dissipe en vapeurs dans l'atmosphère, et de là une perte considérable pour le fabricant; perte qui peut à la longue causer sa ruine. L'eau-de-vie qu'on fabrique de cette manière est toujours de mauvaise qualité; et cette négligence a été souvent la cause de la destruction de l'établissement. Lorsque les vapeurs alcooliques se sont répandues dans l'atelier, si l'on a le malheur d'y entrer avec une lumière, ces vapeurs s'enflamment instantanément; elles communiquent l'inflammation à la futaille, à tous les vases remplis d'eau-de-vie ou d'esprit qui se trouvent dans l'atelier, et il se manifeste un violent incendie qu'il est impossible d'éteindre. Nous avons été malheureusement témoin d'un pareil désastre causé par une négligence de cette espèce.

Lorsqu'on établit un courant d'eau fraîche dans la tonne du condenseur, c'est-à-dire qu'on fait entrer continuellement un filet d'eau froide, ce doit toujours être par la partie inférieure de la cuve; l'eau chaude s'échappe par le trop plein. La partie inférieure du condenseur baigne continuellement dans l'eau froide, le filet d'eau-de-vie coule toujours froid, et il ne se répand point de vapeur dans l'atelier. La liqueur conserve plus de force, on n'a aucun danger à craindre, et les produits sont de meilleur goût. On sent qu'on doit consommer une grande quantité d'eau; c'est aussi la raison pour laquelle nous avons avancé qu'il en fallait une provision considérable.

2°. *De la cave.* Nous ne considérons ici la cave que comme le magasin où l'on dépose le vin jusqu'au moment où il doit être converti en eau-de-vie. Un distillateur n'ignore pas que l'instant le plus favorable pour faire ses achats, est celui de la décuvaison des vins; s'il est à son aise, comme nous le supposons dans cet exemple, c'est à cette époque qu'il doit s'approvisionner pour toute l'année. Nous parlerons plus bas de la qualité des vins propres à la distillation, et de la manière de les conserver; nous ne nous occupons, pour le moment, que du local destiné à les recevoir.

La cave ne saurait être trop vaste, puisqu'elle doit contenir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tout le vin nécessaire pour entretenir le travail de la distillerie pendant l'année. Nous estimons qu'elle devrait occuper, sous terre, tout l'espace que la brûlerie et le cellier occupent au-dessus.

« La meilleure cave et la plus parfaite, dit M. le comte Chaptal, est sans contredit celle où le thermomètre se maintient toujours entre dix degrés et dix degrés un quart de chaleur (R.). Plus la température d'une cave s'éloigne de ce point, moins elle est bonne. Voilà la véritable pierre de touche, et la condition par excellence. Si donc une cave n'est pas assez profonde, il faut la creuser davantage, et la charger de terre; si elle est trop exposée à l'action de l'air, la mettre à l'abri, l'environner de murs, lui donner un toit, multiplier les portes, diminuer les soupiraux, boucher ceux qui sont mal placés, en ouvrir de nouveaux, établir des courans d'air frais, etc.

» J'estime, continue M. Chaptal, qu'une cave doit avoir la profondeur de seize pieds environ; la voûte, sous la clef, aura douze pieds de hauteur, et toute la voûte sera chargée de quatre pieds de terre : quant à la longueur, elle est indéfinie. L'expérience m'a appris que de telles caves sont toujours excellentes, lorsque les autres circonstances, c'est-à-dire l'entrée, les soupiraux et la position de la cave s'y rencontrent. Si elles sont plus profondes, elles n'en vaudront que mieux.

» L'entrée doit toujours être placée, autant que possible, dans l'intérieur de la maison, garnie de deux portes, l'une placée au haut de l'escalier, et l'autre au bas (1); ce qui équivaut à une galerie. Si l'entrée est placée à l'extérieur, cette galerie devient d'une nécessité absolue; plus elle sera prolongée, plus elle sera utile. Si l'entrée est exposée au midi, il faut absolument la changer et la transporter au nord.

» Les soupiraux doivent être petits : ils sont nécessaires, c'est incontestable, pour renouveler l'air, qui deviendrait à la longue méphitique, pour diminuer l'humidité; mais voilà leur seule utilité.

(1) Une rampe est préférable à un escalier, la descente et la sortie des futailles y est plus facile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

» Il faut choisir la position du nord pour placer la cave ; après celle-là, le levant ; les caves placées au midi et au couchant sont ordinairement détestables.

» Lorsque tous les soupiraux sont ouverts, l'air de la cave ne tarde pas à se mettre en équilibre avec l'air extérieur. Pendant l'hiver, lorsque le froid est de six degrés, il faut fermer tous les soupiraux. Après l'hiver, lorsque la chaleur de l'atmosphère monte à huit ou dix degrés, on doit fermer une certaine quantité de soupiraux, et presque tous dès qu'elle excède ce terme. C'est en ouvrant ou fermant prudemment ces soupiraux, que l'on parvient à conserver le vin.

» Une cave ne saurait être trop sèche. L'humidité abîme les tonneaux, fait moisir et pourrir les cerceaux ; ils éclatent, et le vin se perd. D'ailleurs, cette humidité pénètre insensiblement le bois, et à la longue communique au vin un goût de moisi.

» Une bonne cave doit être bien éloignée de tout passage de voiture, de tous ateliers de forgerons ou d'ouvriers qui frappent sans cesse. Ces coups, ces trémoussemens, répondent non qu'aux vaisseaux, en font osciller les fluides qu'ils renferment ; ils facilitent par là le dégagement de l'acide carbonique ; là il se combine avec le vin, la fermentation insensible est troublée, et la liqueur plus promptement décomposée. Je parle d'après l'expérience, ajoute M. Chaptal. »

L'expérience a prouvé de même que le vin renfermé dans des foudres construits en maçonnerie gagne en esprit pendant toute l'année, pourvu que ces foudres soient placés dans de bonnes caves. MM. Argand en ont fourni la preuve complète dans la belle distillerie qu'ils établirent à Valignac. Nous conseillons aux distillateurs de suivre l'exemple de ces habiles artistes. Pour cela, ils partageront leurs caves en deux parties, dont l'une contiendra les foudres en pierre de taille ou en Béton (1), et l'autre sera destinée au service de la brûlerie.

(1) *Voyez*, pour la construction des foudres en béton, l'excellent Traité de la Culture de la vigne, par M. le comte Chaptal, T. II, page 216.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La partie de la cave qui contiendra les foudres sera au-dessous du cellier, afin que les voitures puissent entrer et déposer le vin directement, sans qu'on soit même obligé de décharger les futailles.

Lorsqu'on aura déterminé l'emplacement de la porte extérieure du cellier, qui doit être au nord, et que nous conseillons de placer au milieu de la longueur du bâtiment, on pourra remplir plus facilement tous les foudres par le moyen de celui qui se trouvera naturellement placé, dans l'intérieur, au-devant de cette porte, la voiture pouvant arriver jusque-là.

Les robinets qu'on place au bas de chaque foudre sont tous droits; ils portent chacun une portion de l'*ajustage* que nous avons décrit, T. I, pag. 248; et, au moyen d'un tuyau de cuir qui portera à ses deux bouts, l'autre partie de l'*ajustage*, on fera communiquer ce foudre successivement avec tous les autres; et comme la partie supérieure des foudres est sur le même niveau, on s'apercevra facilement lorsqu'ils sont pleins, par la hauteur du liquide dans celui dans lequel on verse. On pose le tuyau de cuir sur un petit banc qui le tient sur un plan horizontal dans toute sa longueur. On n'a besoin, par ce moyen, de découvrir les autres foudres que lorsqu'on veut les nettoyer au moment de la récolte suivante.

En donnant à la cave la dimension totale du cellier et de la brûlerie, qui sont contigus, on pourra avoir en regard deux rangs de foudres. Les deux parties de la cave se communiqueront par de grands arceaux, et le service en sera très facile.

La dépense que nécessite la construction de ces foudres sera bientôt couverte par tous les avantages qu'ils procureront: 1°. la conservation du vin sera presque assurée; 2°. sa spirituosité sera augmentée; 3°. sa distillation pourra se continuer toute l'année, tandis que, d'après les procédés ordinaires, elle n'a lieu que pendant six mois, ce que les bouilleurs appellent une *campagne*. Heureux donc celui qui pourra acheter, lors de la décuvaison, une grande provision de vin, et à qui sa fortune permettra de remplir ses caves de la quantité nécessaire pour alimenter sa brûlerie pendant toute l'année.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on compare encore les avantages que présentent les foudres aux dépenses que nécessitent l'achat des futailles, leur entretien et leur surveillance continuelle, on sera bientôt convaincu que l'on ne doit pas hésiter à donner la préférence aux foudres. Il faut les faire d'une grandeur raisonnable, sans en outrer les dimensions; ceux des frères Argand contenaient de 30 à 40 hectolitres de vin; ils avaient une forme cubique; ils étaient placés sur une même file l'un à côté de l'autre, de sorte que le même mur servait de séparation entre deux foudres.

Chaque foudre doit porter, à trois pouces du fond, un robinet dont la hauteur dépassera le niveau de la lie, et donnera toujours un vin clair. Plus bas, et au niveau du fond du vaisseau, qui doit être incliné de ce côté, sera un autre robinet pour vider entièrement les lies, qu'on distillera séparément après les avoir filtrées.

Dans la partie de la cave qui sera au-devant des foudres et correspondra au-dessus de la brûlerie, on pratiquera un petit réservoir haut et étroit, dans lequel, au moyen des tuyaux qu'on adaptera aux robinets des foudres, on conduira le vin qu'on voudra distiller. Une pompe qu'on fera mouvoir de l'intérieur de la brûlerie, fera monter le vin et le portera dans la cuve au premier condenseur destiné à le recevoir. Cela s'exécutera presque sans frais.

Du cellier. Nous donnons le nom de *cellier* au magasin destiné à recevoir les futailles d'eaux-de-vie et d'esprits, depuis le moment de leur fabrication jusqu'à celui où elles sont livrées au commerce. En le plaçant au-dessus de la cave, il en aura toutes les propriétés. Il doit être voûté comme la cave; les murs doivent être épais, afin de conserver dans son intérieur la plus grande fraîcheur possible. On sent que sans cette précaution, la partie alcoolique s'évaporerait à travers les pores des futailles, et les pertes pourraient devenir considérables. Il ne doit recevoir de jour que par la porte, dont l'aspect sera le plein nord. Si l'on y pratique une ou deux fenêtres au plus, dans la vue d'établir quelquefois un courant d'air qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pourra croire nécessaire, il faut que l'une regarde le nord et l'autre le levant; ne les ouvrir que très rarement, et les boucher par de bonnes fermetures. On les fera, dans ce cas, de très petites dimensions.

Les chantiers sur lesquels reposeront les futailles, seront construits en maçonnerie et placés le long des murs, à une telle distance cependant qu'un homme puisse passer derrière pour les visiter. Ces chantiers seront élevés de deux pieds et demi au-dessus du sol, afin que, si une futaille venait à fuir, il fût facile de placer un vase au-dessous pour recevoir la liqueur. Nous proposerons même une addition à cette construction, qui facilitera la surveillance en prévenant beaucoup de pertes.

Nous voudrions qu'avant de construire les chantiers, on pratiquât des deux côtés du magasin une maçonnerie en pierres de taille, dont les joints fussent bien assemblés et solidement mastiqués. Cette maçonnerie aurait dix pouces d'élévation au-dessus du sol, et en largeur deux pieds de plus que la longueur des futailles. Sur cette maçonnerie, s'élèveraient les chantiers en pierres de taille ou en bonne maçonnerie, d'un pied de haut seulement, puisque, comme on va le voir, nous n'avons plus besoin de nous occuper de chaque futaille en particulier. Les dalles, qui recouvriront la maçonnerie inférieure, seront taillées de manière à former une gouttière dans le milieu, qui régnera dans toute sa longueur. Cette maçonnerie aura une pente de trois pouces d'un bout à l'autre; à l'extrémité on enterrera une auge en pierre, ou mieux un grand vase en terre cuite vernissé intérieurement; on placera dessus un couvercle en bois.

On sent déjà l'utilité de cette construction. Si une futaille coule, la liqueur se rendra dans le vase et avertira le distillateur qu'il doit visiter toutes les pièces qui sont dans cette ligne; il fera réparer sur le champ celle qui aura coulé. Nous ne nous appesantirons pas davantage sur cette idée, dont l'utilité sera suffisamment appréciée par le lecteur intelligent, et surtout par les distillateurs qui savent, par expérience, que souvent ils ne se sont aperçus du coulage d'une pièce qu'après en avoir perdu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une grande partie. C'est goutte à goutte qu'une pièce coule, la liqueur s'imbibe au fur et à mesure dans le sol qui n'est pas pavé, et la perte ne s'aperçoit que par le vide que présente la pièce. Notre construction remédie à cet inconvénient et dispense de visiter une pièce après l'autre, excepté dans le cas où l'on s'apercevra qu'il existe du liquide dans le vase.

Le milieu du cellier présentera un espace assez vaste, afin de laisser aux voitures la facilité d'entrer pour y déposer le vin ou pour enlever les esprits et les eaux-de-vie.

Une porte de communication sera établie entre la brûlerie et le cellier, pour y faire rouler facilement les futailles pleines des produits de la distillation.

3°. *De la brûlerie.* Pour un seul appareil, et afin de pouvoir travailler à l'aise, il faut que la pièce destinée à la brûlerie proprement dite, ait de quarante à cinquante pieds de long, sur quinze à vingt pieds de large. Il ne s'ensuit pas de là que, si l'on voulait y placer deux appareils, il fallût doubler les dimensions. On sentira facilement qu'une petite étendue de plus en largeur serait suffisante.

Nous voudrions que la chaudière, son fourneau et le condensateur, fussent séparés par un gros mur du réfrigérant ou condenseur. Ce mur sera par conséquent percé pour établir la communication entre les deux parties du même appareil. Cette construction présente l'avantage de prévenir les accidens d'un incendie, dans le cas malheureusement trop fréquent où la maladresse ou la négligence d'un ouvrier fait sauter le chapiteau.

Quel que soit l'appareil qu'on choisisse, il est important d'avoir deux réfrigérans ou condenseurs, placés l'un au-dessus de l'autre. Le condenseur supérieur aurait son fond au-dessus de la partie supérieure de la chaudière, afin d'y faire couler facilement le vin dont il serait rempli, pour recharger la chaudière après chaque chauffe. Ce vin se trouve suffisamment échauffé par les vapeurs alcooliques qui se condensent en la traversant; elles finissent par se refroidir dans le réfrigérant inférieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on avait une source qui eût une pente assez considérable pour faire mouvoir une petite roue à aubes ou à augets, elle pourrait servir à mettre en mouvement des pompes pour faire monter le vin des caves, et l'eau dans les réservoirs qui leur seraient destinés, et qu'on ferait couler de là dans l'appareil par des tuyaux et des robinets. A défaut de source, on pourra tirer l'eau d'un bon puits par le moyen d'un âne, qui suffira pour faire marcher les deux pompes, et verser tout-à-la-fois l'eau et le vin dans les réservoirs.

4°. *Des hangars.* Une brûlerie ne peut pas se passer de hangars; ils doivent être spacieux pour contenir une quantité considérable de combustibles, dont on fait la provision dans la saison de l'année où ils sont au plus bas prix, et où les travaux de l'agriculture chôment; c'est alors que les frais de transport sont les moins chers.

Il sera toujours avantageux d'avoir au devant de la brûlerie une vaste cour, soit pour y faire travailler les tonneliers, soit pour y recevoir les voitures qui apportent les provisions nécessaires à l'atelier, ou celles qui viennent enlever les marchandises fabriquées, soit pour le service de la brûlerie.

§ II. *Du choix des vins propres à la distillation.*

Tous les vins contiennent de l'alcool, ils peuvent donc tous produire de l'eau-de-vie et des esprits; mais comme ils n'en contiennent pas tous en égale quantité, il importe beaucoup au distillateur d'avoir un moyen de connaître celui qui lui en donnera le plus.

Si la vigne fournissait des produits constamment de même qualité, il suffirait de présenter le tableau de toutes les expériences qui auraient été faites sur chaque espèce de raisin, pour déterminer celle qui donnerait une plus grande quantité d'alcool; mais il faut le concours de tant de circonstances pour que le suc de raisin produise le *maximum* de cette substance, qu'on ne peut donner que des règles générales sur le choix des vins les plus propres à la distillation. Il nous paraît que l'é-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

noncé de ce problème doit être divisé en deux parties, afin d'en rendre la solution plus facile, et en même temps applicable à tous les cas : 1°. A quels caractères le distillateur peut-il connaître, lors de la décuvaison, le vin qui sera le plus abondant en produits, et dont il lui importe de faire sa provision pour alimenter sa brûlerie? 2°. Peut-il connaître d'une manière certaine l'époque la plus favorable pour soumettre à la distillation tel ou tel vin qu'il a dans ses caves? Nous allons tâcher de répondre successivement à chacune de ces questions.

Réponse à la première question. Il ne faut pas perdre de vue ce principe incontestable, que l'alcool n'existe pas tout formé dans les substances fermentescibles, mais qu'il est le produit de la fermentation. L'immortel Lavoisier prouva, par une série d'expériences concluantes, la vérité de cette assertion, et établit la théorie de la formation de l'Alcool par cette belle proposition :

« Que dans la fermentation spiritueuse l'eau se décompose, » que son oxigène se combine avec le carbone du sucre ou du » corps sucré, et forme l'acide carbonique qui se dégage en » abondamment dans cette opération, tandis que l'hydrogène, » devenu libre, se fixe dans la combinaison, en s'unissant à » une portion assez considérable de carbone, et que c'est l'hy- » drogène qui forme la partie spiritueuse, l'alcool. »

Le distillateur intelligent qui réfléchira avec attention sur le résultat des observations de notre célèbre chimiste, sentira qu'il lui sera facile de distinguer la qualité de vin la plus riche en alcool. Il sera convaincu que les raisins les plus sucrés doivent lui fournir une plus grande quantité d'esprit; il en conclura que les vins du Midi doivent produire plus d'eau-de-vie que les vins du Nord, parce qu'ils contiennent plus de sucre. En effet, les vins du Midi de la France donnent assez souvent le quart de leur volume en eau-de-vie; il y a même des vins très généreux qui en fournissent le tiers, tandis que vers le Nord, ils en fournissent à peine le huitième ou le dixième.

L'exposition des vignes entre pour beaucoup dans la diffé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rence qu'on remarque dans la qualité des vins propres à la distillation. On observe assez généralement que, dans le même pays de vignobles, les vignes exposées au midi, et nourries dans un terrain sec, léger, calcaire ou granitique, produisent des vins très spiritueux, tandis qu'à côté, mais à une exposition et sur un sol différent, on ne récolte que des vins faibles et peu riches en esprit.

Les vins blancs ne donnent pas une plus grande quantité d'eau-de-vie que les rouges; mais elle est plus suave et de meilleur goût. Cette raison n'est pas la seule qui fait préférer les vins blancs par les bouilleurs : 1°. ils sont moins chers que les vins rouges, parce qu'ils sont moins généralement employés à la boisson; 2°. ils sont plus tôt dépouillés; on peut sans inconvénient les distiller peu de temps après la vendange.

Ce que nous venons d'exposer, nous donnera la facilité de répondre à la première question. Le distillateur doit connaître l'exposition des vignes qui ont fourni le vin qu'il se propose d'acheter; il choisira de préférence les vins blancs aux vins rouges, toutes choses égales d'ailleurs. Il préférera ceux dont l'exposition et le sol ont été reconnus les meilleurs. S'il choisit les vins rouges, tout étant égal d'ailleurs, il s'attachera à ceux dans lesquels il reconnaîtra une plus grande quantité de sucre, comme plus propres à donner par la suite beaucoup plus d'alcool. Voilà les règles générales qu'on peut établir, et qui doivent diriger le distillateur, sauf les modifications que les localités et l'expérience lui feront connaître.

Depuis long-temps l'art de la distillation réclame un instrument propre à faire apprécier, par une opération facile et à la portée de tous les ouvriers, la quantité d'alcool contenue dans tel ou tel vin donné. Si le vin était une substance composée seulement d'alcool et d'eau, rien ne serait plus aisé, et un aréomètre à densité suffirait; mais le vin est composé de beaucoup de substances différentes, qui tendent toutes à changer la densité du liquide, de sorte qu'un aréomètre ne peut être d'aucune utilité pour cela. On ne peut y parvenir que par des distillations en petit ou d'épreuve. Nous donnerons à la suite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cet article la description de l'appareil d'essai de M. Descroisilles, que nous avons beaucoup perfectionné.

Deuxième question. Le distillateur peut-il connaître, d'une manière certaine, l'époque la plus favorable pour soumettre à la distillation tel ou tel vin qu'il a dans ses caves?

Réponse. L'époque la plus favorable pour soumettre tel ou tel vin à la distillation, est sans contredit celle où il se trouve chargé de la plus grande quantité d'alcool. Mais le vin, après la décuvaison, est-il susceptible d'acquérir une plus grande quantité d'esprit? A quel caractère peut-on connaître lorsqu'il a atteint le *maximum* de la spirituosité? Si nous parvenons à résoudre ces deux questions d'une manière précise, nous aurons évidemment répondu à la proposition principale qui nous occupe.

1°. La fermentation insensible continue toujours dans le vin, jusqu'à ce que les principes qui le forment soient parfaitement combinés, et que le palais le mieux exercé ne reconnaisse plus au goût aucune de ses parties constituantes. On ne doit plus surtout y distinguer le goût sucré, dont la plus faible présence annonce que la combinaison n'est point parfaite, et que tout l'alcool que le vin peut fournir n'est pas formé. Ce n'est donc ni à Noël, ni au mois de mars que l'on peut fixer l'époque la plus avantageuse pour distiller tel ou tel vin, puisqu'une foule de circonstances, qu'on ne peut pas maîtriser à son gré, concourent à accélérer ou à retarder la fermentation. On peut cependant établir des règles générales qui pourront diriger le distillateur, de manière à ce qu'il ne s'écarte pas trop de la vérité, et qu'il ne livre pas au hasard une opération qui peut lui être plus ou moins avantageuse.

C'est une vérité incontestable que, par la fermentation insensible, les principes constituans de l'alcool sont continuellement élaborés et combinés jusqu'au moment où cette substance est parvenue au plus haut degré qu'elle puisse atteindre. Lorsque le vin est arrivé à ce terme, il perd insensiblement une partie de l'alcool qu'il contenait; il est donc important de connaître l'instant où il doit être livré à la distillation. Nous allons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

essayer de développer les caractères auxquels on peut estimer que le vin a atteint le *maximum* de la spirituosité.

2°. Posons quelques principes. Sans fermentation, point d'esprit ardent; mille litres de moût ne donneraient pas, par la distillation, une seule goutte d'alcool, tandis que ce même moût, après la fermentation, peut donner un quart d'alcool. La fermentation insensible est l'ouvrage du temps; elle décompose le principe sucré, et le convertit complètement en alcool. La formation de la lie, la précipitation du tartre, sont le résultat de cette fermentation. Il n'y a pas de fermentation sans agitation.

D'après ces données, qui sont incontestables, et le résultat des observations des plus savans chimistes qui ont fait beaucoup de recherches sur l'œnologie, nous pensons qu'on peut donner aux distillateurs, comme règle générale sur le sujet dont nous nous occupons, les indices suivans : 1°. lorsque, par la dégustation, ils ne reconnaissent plus de principe sucré dans le vin, et que ce principe a fait place à une saveur alcoolique; 2°. lorsque, après avoir rempli de vin un tube de verre blanc, de six lignes de diamètre, ils le trouvent d'une transparence parfaite, en le regardant à travers le jour, ils peuvent en conclure, *généralement parlant*, que c'est le moment le plus propre pour soumettre ce vin à la distillation.

En nous servant de l'expression *généralement parlant*, nous avons voulu donner à entendre que les moyens que nous proposons ne sont pas rigoureusement exacts, mais qu'ils peuvent guider le distillateur de manière à lui faire éviter des erreurs grossières qui pourraient lui être préjudiciables.

On doit être convaincu que le *volume de la masse* est une condition importante pour favoriser la fermentation. Plus la masse est volumineuse, plus il y a de chaleur, et plus l'élaboration des principes est complète. Cette vérité, reconnue par tous les chimistes éclairés, a été exposée d'une manière très lumineuse par M. Chaptal, dans son ouvrage sur l'*Art de faire les eaux-de-vie*, que nous engageons le lecteur à consulter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ III. *Moyens pratiques de la distillation.*

Obtenir, par la distillation, une grande quantité de produits, n'est pas le seul but que le bouilleur doit s'étudier à atteindre; il doit chercher en même temps à les rendre meilleurs, et s'il parvient à réunir ces deux conditions, il aura rendu des services importans à l'art du distillateur et à la société, en lui procurant des liqueurs saines et débarrassées des principes délétères dont elles sont souvent imprégnées.

Une extrême propreté doit présider à toutes les opérations du bouilleur. Il doit visiter souvent et avec soin tous les vases qu'il emploie dans sa brûlerie, ne pas permettre qu'on remplisse la chaudière sans être bien assuré qu'elle ne renferme aucune partie couverte de vert-de-gris; c'est un des points les plus importans. Pour y parvenir d'une manière plus assurée, il doit, aussitôt qu'une chauffe est terminée, et dès l'instant qu'il a fait couler la vinasse de l'opération qui vient de finir, ou tout au moins à la fin de la journée, et au moment de quitter les travaux, y verser de l'eau par la douille supérieure, l'y laisser séjourner pendant quelque temps en l'agitant avec une espèce d'écouvillon, la faire couler ensuite au dehors, et y passer une seconde eau pour enlever tous les résidus. Il reconnaît que la chaudière est propre lorsque l'eau sort limpide. Il doit souvent ôter le chapiteau, pour avoir plus de facilité à laver la chaudière.

Cette opération préliminaire est de la dernière importance, et, pour en sentir toute l'utilité, il suffit de faire observer que la négligence du bouilleur à cet égard entraîne deux effets très fâcheux que le distillateur a le plus grand intérêt d'éviter. Le premier de ces effets est de donner lieu à la formation d'une croûte qui se fixe sur les parois de la chaudière par la précipitation du tartre, de la lie, de l'extractif et des sels à base calcaire que les eaux dont il se sert tiennent le plus souvent en dissolution; cette croûte entraîne la prompte destruction de la chaudière, en garantissant le métal du contact immédiat

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du liquide, et l'exposant à toute l'action du feu, qui le brûle, et souvent le fait déchirer. Le second, de communiquer à l'eau-de-vie qui provient des distillations subséquentes, le goût de *feu* ou de *brûlé*, effet inévitable de l'action directe de la chaleur sur ce dépôt. Le distillateur est donc fortement intéressé à surveiller les opérations du bouilleur à ce sujet.

Depuis quelques années, les Anglais ont découvert un moyen bien simple de remédier à cet inconvénient, ils l'emploient dans les chaudières des machines à vapeur. Il consiste à jeter dans la chaudière des pommes de terre coupées par morceaux. On peut travailler ensuite pendant vingt à trente jours sans nettoyer la chaudière, et sans avoir à craindre que le dépôt pierreux se forme. Les pommes de terre disparaissent; il est probable que par leur dissolution elles donnent à l'eau assez de viscosité pour que la matière boueuse y demeure en suspension, et ne s'attache point aux parois. Lorsqu'on veut vider la chaudière, il suffit de laisser écouler l'eau, elle emporte toute la boue; et, après avoir été rincée avec quelques seaux d'eau neuve, la chaudière se trouve tout-à-fait propre. On a observé, depuis que ce procédé est connu, que l'emploi des pommes de terre a dissous la croûte qui s'était déjà formée dans la chaudière.

Nous avons fait appliquer ce procédé à la distillation, et il nous a parfaitement réussi. Nous avons fait jeter dans la chaudière et avant de commencer la chauffe, par chaque hectolitre ou cent litres de vin, un demi-kilogramme de pommes de terre coupées en petits morceaux (1), et l'on a distillé comme à l'ordinaire; l'eau-de-vie n'a pas été altérée dans son goût, la croûte qui auparavant était abondante a entièrement disparu, et il ne s'en est plus formé. Il est bon de faire remarquer que l'on employait dans cette distillerie l'eau d'un puits extrêmement chargée de sels calcaires.

Nous avons fait l'expérience qu'a proposée M. Clément, qui

(1) Il faut observer que plus les morceaux sont petits, plus la réussite est complète.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

consiste à employer des farines au lieu de pommes de terre. C
tait dans l'été, on n'avait plus de tubercules, et l'on distillai
fécule: nous avons fait prendre un quart de livre de fécule par h
tolitre, en remplacement d'un demi-kilogramme de pommes
terre que nous employions précédemment, nous avons formé
empois avec de l'eau tiède; nous l'avons étendu de deux li
de vin, et, à l'aide d'un entonnoir, nous avons introduit
empois délayé dans la chaudière, dont le liquide était d
chaud, pendant qu'on agitait avec un long bâton, afin que
mélange fût bien complet. La distillation a parfaitement réu
et la croûte ne s'est jamais formée. On suit toujours avec av
tage ce dernier procédé.

Ce que nous avons dit de la chaudière est applicable à
les autres vases. Le chapiteau, le condensateur, le condense
doivent être souvent nettoyés et continuellement visités.

Notre cadre ne nous permet pas d'entrer dans tous les
tails nécessaires pour indiquer les précautions à prendre p
la charge des alambics. Il y a une infinité de constructi
diverses, et il faudrait les décrire toutes pour faire bien
précier les différences. Nous renvoyons à notre ouvrage intit
l'*Art du Distillateur des eaux-de-vie et des esprits*, et au *Tra
complet de l'Art de la Distillation*, par M. Dubrunfaut (1),
renferment la description d'une foule d'appareils nouveau
en indiquant la manière de s'en servir.

Du moment que l'appareil est chargé, on s'occupe de
mettre en train, ou de donner le *coup de feu* : à cet effet
allume un feu vif au fourneau pour presser l'ébullition;
place le bassiot pour recevoir le produit, et on lute avec
toutes les jointures du chapiteau à la chaudière et au serpen
Dans presque tous les nouveaux appareils, toutes les jointu
sont fermées par des brides et des boulons à vis; entre
brides on est dans l'usage de placer du papier gris épais
dans l'huile ou dans la graisse; il est plus avantageux de s

(1) Chacun de ces ouvrages a deux volumes in-8°. Chez Bachelier, libra
quai des Augustins, n° 55.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

stituer au papier gris, des feuilles minces de plomb qui ferment beaucoup mieux tous les interstices, et remplacent parfaitement les luts. Dans tous les cas, on doit être bien assuré qu'il ne s'échappe aucune vapeur par les brides; si cela arrivait, on luterait bien ces parties.

Dès que la chaleur commence à pénétrer, il se dégage beaucoup d'air par l'extrémité inférieure du réfrigérant; peu à peu les vapeurs montent et chauffent le chapiteau : la distillation ne tarde pas alors à s'établir.

Il passe d'abord une eau-de-vie qui n'a ni un goût, ni une saveur agréables; on la sépare du produit qui succède, pour la distiller une seconde fois. On reconnaît, par l'éprouvette et par l'aréomètre, le moment où la liqueur change de nature. Celle qui succède est de la meilleure qualité, et on la conserve soigneusement; on l'appelle *eau-de-vie première.*

Après cette première eau-de-vie, celle qui coule contient beaucoup plus d'eau; et plus la distillation avance, plus elle en contient. On appelle celle-ci *eau-de-vie seconde,* et lorsqu'on commence à la recueillir séparément, on dit qu'on *coupe à la serpentine.*

La quantité de bonne eau-de-vie est d'autant plus considérable qu'on ménage mieux le feu; de sorte que, lorsqu'elle commence à paraître, il faut entretenir la chaleur au même degré, sans l'augmenter ni l'affaiblir.

Il arrive un moment où la liqueur qui coule ne contient plus rien de spiritueux; on en juge par le goût, par l'aréomètre et par le feu. Dans ce dernier cas, le bouilleur en jette quelques gouttes sur la surface du chapiteau; elle s'y réduit en vapeurs par la chaleur des parois, et l'on juge que l'opération est finie, lorsque ces vapeurs ne s'enflamment plus par le contact de la flamme d'une bougie allumée. Les bouilleurs appellent cette expérience l'*épreuve au chapeau.*

On arrête alors l'opération, on éteint le feu; on décharge la chaudière en ouvrant le robinet inférieur. On ferme ce robinet lorsque la vinasse est entièrement sortie. On la remplit de nouveau avec le vin dans lequel le premier réfrigérant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est immergé, et qui doit être en assez grande quantité pour remplir la chaudière. Le vin est à peu près bouillant, et la distillation recommence presque aussitôt.

Les distillateurs appellent *chauffe* une opération entière de distillation, c'est-à-dire depuis l'instant où ils chargent l'appareil, jusqu'au moment où ils ont fait couler toute la vinasse. Ainsi, la première chauffe terminée, ils en commencent une seconde, puis une troisième, etc.; de sorte que, pour faire juger de la célérité d'un appareil comparé à un autre, on dit: *Cet appareil fait tant de chauffes en vingt-quatre heures*, tandis que celui-ci n'en fait que tant dans le même espace de temps.

Suivant la qualité des vins on retire plus ou moins d'eau-de-vie première. En Angoumois, par exemple, une chaudière chargée de trente veltes, ce qui équivaut à deux cent quarante litres, donne vingt-quatre à vingt-cinq litres d'eau-de-vie première, c'est-à-dire un dixième du volume du vin, et un peu plus d'eau-de-vie seconde. En Languedoc, on retire, de la même quantité de vin, quarante litres d'eau-de-vie première, et de l'eau-de-vie seconde dans la même proportion.

On redistille séparément l'eau-de-vie seconde, à un feu doux, pour en extraire l'eau-de-vie qu'elle contient: c'est cette opération qu'on appelle *repasse*.

On mêle quelquefois la repasse avec le vin, pour en opérer la redistillation.

Dans les appareils de distillation continue, et surtout dans celui de M. Ch. Derosne, qui est décrit à l'article DISTILLATION, plusieurs des précautions que nous avons indiquées sont inutiles; il suffit de fournir dans le récipient F, toujours une assez grande quantité de vin pour que la distillation ne soit pas suspendue. Il faut de temps en temps nettoyer les chaudières.

De quelque substance que provienne l'eau-de-vie, lorsqu'elle est extraite on la met dans des futailles pour la conserver et en faciliter le transport; elle agit alors sur les parois des tonneaux; elle y acquiert une saveur particulière, qu'on appelle *goût de fût;* elle s'y colore et prend une teinte jaunâtre qu'on ne peut prévenir qu'en la tenant dans des vaisseaux de verre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce qui serait tout-à-la-fois coûteux, fragile, et d'un transport trop difficile. On ne pourrait pas sans danger employer des vaisseaux de métal.

Les eaux-de-vie qu'on embarille dans de la futaille neuve en imbibent les parois, et, en même temps qu'elles s'y colorent, elles perdent quelque peu de leur force, par la partie aqueuse dont elles se chargent. On ne peut remédier à cet inconvénient qu'en préparant les futailles avec de l'eau-de-vie, ou en l'employant un peu plus forte, afin qu'elle marque, au lieu de sa destination, le degré de spirituosité dont on est convenu.

Du commerce des eaux-de-vie et des esprits. Nous ne traiterons point ici de cette branche importante de l'art dont nous nous occupons; cela nous entraînerait trop loin, et le cadre dans lequel nous devons nous renfermer ne nous le permet pas. Ceux des lecteurs qui auraient intérêt à se fixer sur ce point, pourront lire avec fruit les détails dans lesquels nous sommes entré dans le T. II de notre ouvrage intitulé l'*Art du Distillateur des eaux-de-vie et des esprits*, dans lequel nous n'avons rien laissé à désirer sur cette matière.

Deuxième partie. *Distillateur des eaux-de-vie de grains et de fécule de pommes de terre.*

Le distillateur des eaux-de-vie de grains, et celui qui veut extraire l'eau-de-vie des pommes de terre, a bien plus de travail que celui dont nous nous sommes occupé dans la première partie. Ce distillateur est obligé de fabriquer la liqueur vineuse qu'il veut soumettre à la distillation, tandis que le premier prend le vin tout préparé et en extrait l'eau-de-vie sans aucune préparation préalable. Lorsque le distillateur de grains en a obtenu par la fermentation ou autres opérations préliminaires la liqueur vineuse qu'il veut avoir, il rentre dans la classe du distillateur de vins qui a fait le sujet de la première partie. Il nous suffira donc ici d'indiquer les procédés à suivre pour obtenir, des grains et des tubercules, des liqueurs fermentées, de véritables liqueurs vineuses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous traiterons dans cette seconde partie : 1°. de la préparation et de la fermentation des grains; 2°. de la préparation et de la fermentation des pommes de terre, et de la saccharification de la fécule. Nous terminerons cet article par un *appendice* dans lequel nous indiquerons les instrumens dont les distillateurs ne peuvent pas se passer, et nous ferons connaître les procédés à suivre pour enlever aux eaux-de-vie le mauvais goût qu'elles peuvent avoir contracté dans la distillation, et le goût herbacé qu'ont généralement les eaux-de-vie de grains et celles de pommes de terre.

§ Ier. *Préparation et fermentation des grains.*

M. Dubrunfaut, dans son *Traité complet de la Distillation*, a rassemblé tout ce que l'expérience lui a fait connaître de meilleur sur la matière dont nous traitons; nous ne saurions mieux faire que d'extraire en partie cet article de son ouvrage.

L'eau-de-vie de grains est une branche d'industrie très répandue dans les pays du Nord, d'où elle est parvenue dans le nord de la France, et elle commence à pénétrer dans les départemens de l'est, de l'ouest et de l'intérieur du royaume, comme très utile à l'agriculture.

Parmi les graines céréales que l'on emploie plus spécialement pour la distillation, le seigle occupe le premier rang; l'avoine et le froment sont quelquefois employés avec succès, et l'orge est presque toujours alliée dans une proportion variable avec les autres graminées.

Quatre opérations indispensables prédisposent les grains à la fermentation : 1°. la *germination*; 2°. la *mouture*; 3°. la *trempe*; 4°. la *macération*.

La *germination* et la *mouture* se font par les mêmes procédés qu'on emploie dans la fabrication de la Bière (*V.* ce mot). Quant aux autres opérations, nous allons faire connaître, d'après M. Dubrunfaut, la méthode anglaise, que nous préférons à la méthode française, parce qu'elle donne un liquide clair, dégagé de parenchyme et de matière solide, que l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut employer sans difficulté dans les appareils distillatoires perfectionnés.

« Cette méthode consiste à traiter les grains dans une cuve à double fond, pour en faire un extrait absolument de la même manière que les brasseurs de bière.

» Le grain étant mélangé dans la proportion de 80 kilogrammes de seigle cru sur 20 de malt concassé, on dépose dans la cuve à double fond (*V.* l'article Bière) une couche de courte paille de deux centimètres à peu près d'épaisseur, soit environ dix kilogrammes. On étend par-dessus deux cents kilogrammes de grains mélangés et concassés.

» Alors on fait arriver, par le conduit latéral qui communique avec l'espace ménagé entre les deux fonds, quatre cents kilogrammes ou litres d'eau, de 35 à 40 degrés de température, pendant qu'un homme ou deux, armés de râbles, sont occupés à brasser fortement : ce brassage dure cinq ou dix minutes environ, puis ils abandonnent la matière à elle-même pendant un quart d'heure ou une demi-heure, afin qu'elle se pénètre bien d'eau.

» Immédiatement après cette trempe, les ouvriers reprennent leurs râbles et recommencent à brasser la masse, pendant qu'on y fait arriver de nouveau, toujours par le conduit de bois latéral, huit cents litres d'eau bouillante. Le brassage, cette fois, doit durer un quart d'heure environ, puis on laisse en repos pendant une heure au moins. A cette époque, le grain, qui se trouve noyé dans l'eau, doit être précipité au fond de la cuve, et être recouvert d'une couche de liquide assez clair. On ouvre un robinet qui communique avec l'espace vide qui se trouve entre les deux fonds; et comme le fond supérieur forme une espèce de filtre par les trous coniques qu'il porte à sa surface, tout le liquide s'écoule par le robinet, et est reçu au dehors pour être transporté dans les cuves de fermentation.

» Cette première extraction faite, on amène, toujours par le même conduit, six cents litres d'eau bouillante, et les ouvriers brassent encore pendant un quart d'heure; on laisse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reposer une heure, et l'on soutire cette extraction comme l'autre pour la mettre en fermentation. Le grain qui reste sur le double fond après ces deux extractions, est assez bien épuisé de sa substance fermentescible, que l'eau a emportée en dissolution à l'état de mucoso-sucré.

» Cette opération, qui est une véritable macération bien entendue et bien faite, prouve, jusqu'à l'évidence, l'effet de cette macération sur le grain; elle prouve que c'est une véritable saccharification.

» Le liquide que l'on a obtenu, et que l'on a déposé dans les cuves de fermentation, est mis en levain quand la température est tombée suffisamment, c'est-à-dire à 20 ou 30°, suivant la capacité de la cuve; et l'on obtient ainsi un vin sans dépôt qui peut être soumis à la distillation dans toute espèce d'appareils.

» Si l'on trouvait que le grain restant sur le double fond ne fût pas suffisamment épuisé, on pourrait lui faire subir une troisième extraction.

» Les Allemands suivent la même méthode pour la distillation des grains, et il n'y a de différence dans leur travail, qu'en ce qu'ils opèrent sur des grains qui ont tous subi la germination. L'opération alors ressemble exactement à celle de nos brasseurs, qui font également germer tout le grain dont ils veulent faire des extraits.

» Si l'on voulait utiliser cette méthode, il ne serait pas mal d'augmenter la proportion d'eau employée pour les extractions, ou au moins d'alonger les extraits avec de l'eau froide, de manière à élever la proportion d'eau employée, à 10 ou 12 fois le poids du grain. On aurait plusieurs avantages remarquables à procéder ainsi : 1°. on obtiendrait une fermentation plus complète, plus rapide, et partant moins acide; 2°. les vinasses bouillantes sortant de l'alambic pourraient servir à faire de nouvelles trempes et de nouvelles extractions, et certainement on retirerait ainsi de plus grands produits alcooliques d'une quantité de végétal donné.

» Je dois, ajoute M. Dubrunfaut, la connaissance de l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fluence de la proportion d'eau employée dans la distillation des grains, à M. Casler, distillateur habile et expérimenté du département du Nord. En suivant cette pratique, j'ai vu rendre les plus grands produits. »

Les résidus de cette distillation sont excellens pour l'engrais des bestiaux, et ce mode de procéder se lie parfaitement à la prospérité de l'Agriculture.

§ II. *Préparation et fermentation de la pomme de terre.*

Plusieurs méthodes bien distinctes sont aujourd'hui connues pour disposer les pommes de terre à la fermentation. L'une est spécialement combinée avec l'engrais des bestiaux, et, à ce titre, elle est plus généralement répandue dans les campagnes qui apprécient l'utilité de la distillation. Les autres qui ont pour but unique la production d'une eau-de-vie franche de goût, n'étaient guère connues que dans les ateliers de Paris, ou de quelques chimistes qui en faisaient un secret. M. Mathieu de Dombasle a décrit la première; parmi les autres il en est une qui n'a jamais été publiée, et les autres ne l'ont pas été avec assez de développement. Nous allons décrire toutes ces méthodes, et nous y ajouterons tous les perfectionnemens qui sont venus à notre connaissance.

Le distillateur doit s'attacher à choisir les pommes de terre les plus propres pour la distillation, car ces tubercules donnent d'autant plus d'eau-de-vie qu'elles contiennent plus de fécule. Au mot Pommes de terre, on trouvera toutes les données nécessaires pour fixer le choix. D'après les expériences du savant M. Vauquelin, on peut compter qu'en général la pomme de terre contient 25 pour cent de fécule ou de parenchyme.

La pomme de terre présente deux graves inconvéniens au distillateur; on la récolte en octobre, elle craint beaucoup la gelée; on est donc obligé de la conserver dans de bonnes caves, où, lorsqu'elles sont assez profondes, la température est constamment à 10° Réaumur; mais elle commence à germer au mois de mars, de sorte qu'on ne peut la travailler que pendant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cinq mois tout au plus. On la réduit en fécule ; mais ce moyen long et dispendieux ne permet plus d'en utiliser les résidus pour l'engrais des bestiaux. Les recherches des savans se sont portées vers les moyens de pouvoir conserver ces tubercules en nature pendant toute l'année ; ils ont publié plusieurs procédés qui n'ont pas pu être mis en pratique, parce qu'ils étaient trop dispendieux et n'étaient point manufacturiers.

Convaincu de l'insuffisance de ces moyens, nous avons dirigé nos recherches sur des procédés propres à supprimer le travail nécessaire pour réduire la pomme de terre en fécule, nous y sommes parvenu, et pendant toute l'année sans interruption nous avons fabriqué de l'eau-de-vie de pommes de terre. Nous allons successivement décrire tous ces procédés, et nous ne ferons plus mystère de celui qui nous a si bien réussi.

Première méthode. Elle se compose de trois manœuvres bien distinctes : 1°. la cuisson des pommes de terre ; 2°. leur réduction en bouillie ; 3°. leur macération par l'orge maltée.

Cuisson des pommes de terre. Différens appareils ont été imaginés et proposés pour cuire les pommes de terre ; nous ne nous attacherons pas à les décrire tous, nous conseillons la cuisson à la vapeur (1). L'appareil dont nous recommandons l'usage contient 900 hilogrammes de pommes de terre ; elles y cuisent parfaitement dans une heure, avec une dépense de $0^{fr.},70$ en charbon de terre.

Réduction des pommes de terre en bouillie. La machine la plus simple et la plus commode que nous connaissions pour cet objet, est celle que M. Thierry imagina en 1816. Cette machine très ingénieuse est plus propre, à notre avis, que toute autre pour cette manipulation (*V. Appendice*). Elle broie par-

(1) Pour ne pas interrompre notre description, nous supposerons que les appareils dont nous recommandons l'usage sont connus du lecteur. Nous les décrirons dans l'*Appendice* qui terminera cet article, et dans lequel nous ferons connaître tous les instrumens qui sont nécessaires au distillateur. Cette note, que nous ne répéterons pas, sera commune à tous les appareils dont nous aurons occasion de parler.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faitement, en une heure, 1200 livres de pommes de terre cuites.

Macération. « Les pommes de terre réduites en bouillie sont soumises à la macération avec l'orge maltée, à la température de 50 à 55°.

» Supposons que l'on veuille mettre des pommes de terre en macération pour obtenir douze hectolitres de matière pâteuse fermentescible.

» On prend une cuve d'une capacité suffisante pour contenir au moins treize hectolitres; on y dépose la pulpe cuite produite par 400 kilogrammes ou cinq hectolitres un tiers de pommes de terre. On ajoute à cette pâte 25 kilogrammes environ d'orge maltée, avec une quantité d'eau froide et d'eau chaude convenable pour établir dans la cuve la température de 30 à 35 degrés, nécessaire à la trempe du grain; on agite fortement le mélange avec un râble, et on laisse reposer pendant un quart d'heure ou une demi-heure : alors, pendant qu'un homme ou deux agitent le mélange, on y fait arriver de l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il marque 50 à 55 degrés de température. On laisse macérer pendant deux ou trois heures, puis on étend la pâte jusqu'à douze hectolitres avec de l'eau froide et de l'eau bouillante, de manière à établir dans la cuve la température de 20 à 25 degrés nécessaires à la fermentation.

» On peut alors mettre en levain avec un litre environ de bonne levure de bière, et la fermentation s'établit bien quelques heures après.

» Il est à remarquer qu'ici, comme dans la macération des grains, l'action saccharifiante de l'orge est très peu sensible. La pâte, après le dernier repos, ne présente à sa surface qu'une petite quantité de liquide douceâtre; de sorte que, dans cet état, toute la fécule des pommes de terre n'est point saccharifiée. La cause en est dans l'état de décomposition insuffisante où se trouve la fécule dans la pomme de terre cuite à la vapeur. Cette fécule, pour être liquéfiée et saccharifiée par l'orge maltée, a besoin de lui être présentée dans un contact immédiat; le parenchyme et l'état granuleux et encore cris-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tallin que la fécule affecte dans la pomme de terre cuite à la vapeur, ne remplissent qu'imparfaitement la condition nécessaire à la saccharification complète. Elle s'achève dans la fermentation, à une température plus basse à la vérité, mais aussi avec plus de temps. Elle marche en effet avec la fermentation pendant toute sa durée.

» A ce procédé, simple en lui-même, se rattachent tous les inconvéniens inhérens à la distillation des pâtes. L'Agriculture que cette industrie intéresse, réclame depuis long-temps un moyen qui éloigne cette imperfection sans innovations trop brusques et sans nuire à la simplicité et à l'économie que cette méthode comporte. »

M. Dubrunfaut présenta à la Société royale d'Agriculture de Paris deux méthodes différentes pour arriver à ce but, dans un Mémoire qui fut couronné; nous allons faire connaître la seconde de ces méthodes, que l'auteur regarde avec raison comme la meilleure.

» *Modification à la méthode précédente.* Ce procédé a spécialement pour but d'éviter la main-d'œuvre nécessaire à l'isolement de la fécule du parenchyme. Voici comment on doit la pratiquer pour obtenir les meilleurs résultats avec le plus d'économie possible.

» On prend une cuve à double fond, pareille à celle que nous avons décrite précédemment, et de la capacité de 8 hectolitres environ; on dépose sur son double fond 10 à 12 kilogrammes de courte paille, que l'on étend aussi également que possible sur toute sa surface; on ajoute par-dessus, en couches, la pulpe de 400 kilogrammes de pommes de terre crues, telle que la donne la râpe. Là, on la laisse égoutter pendant un quart d'heure ou une demi-heure; et elle rend ainsi, sans manipulation, une portion de son eau de végétation, que l'on soutire par le robinet qui communique avec l'intervalle ménagé entre les deux fonds.

» Deux ouvriers alors s'arment de râbles, et commencent à agiter le mélange pendant qu'on y fait arriver de l'eau bouillante jusqu'à concurrence de 4 à 500 litres. Toute la masse,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette époque, est épaissie par la conversion en empois de la fécule qu'elle retenait; on macère avec 25 kilogrammes d'orge maltée et trempée, on laisse reposer pendant trois ou quatre heures, après avoir agité suffisamment; alors on soutire, à l'aide du robinet, tout le liquide que cette masse donne par filtration sur le double fond, et on le conduit dans la cuve de fermentation, qui peut ici ne contenir que onze hectolitres, dont un pour le vide. On laisse bien égoutter pendant un quart d'heure environ, on soutire le produit de cet égouttage, puis on fait arriver une nouvelle quantité d'eau bouillante égale à deux hectolitres; on brasse de nouveau; on laisse égoutter, on soutire le produit, et on le conduit avec l'autre dans la cuve de fermentation. Ce manége refroidit fortement le liquide, et, pour achever de le refroidir et d'épuiser la pâte de la matière fermentescible qu'elle peut contenir encore, on arrose toute la surface du dépôt pâteux qui couvre le double fond, avec deux ou trois hectolitres d'eau froide, qu'on enlève encore par égouttage, pour la conduire dans la cuve à fermenter avec les autres extractions.

» En opérant de cette manière, le parenchyme qui reste dans la cuve à double fond est suffisamment épuisé; il retient seulement encore, après une heure de dernier égouttage, les trois quarts à peu près de son poids de liquide faiblement chargé de matière fermentescible, qu'on pourrait extraire en le soumettant à l'action de la presse, mais qu'on doit négliger dans une distillerie bien entendue, où l'on s'occupe de la nourriture des bestiaux.

» Dans un ordre semblable de travail, avec les refroidissemens qui s'opèrent dans le liquide fermentescible par le repos indispensable et par la transvasion qu'il exige, ce liquide, débarrassé de toute substance pâteuse, acquiert à la fin de l'opération la température convenable pour être mis en levain, et il donne à l'aréomètre une pesanteur moyenne de cinq degrés environ.

» Sous quelque face qu'on envisage ce procédé, en le comparant au précédent, soit sous le rapport économique des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manipulations et du combustible, soit sous le rapport de la quantité et de la qualité des produits alcooliques, on sera convaincu qu'il lui est de beaucoup supérieur. »

DEUXIÈME MÉTHODE. *Procédé pour convertir la fécule en sirop par l'acide sulfurique.*

Ce procédé, imaginé par Kirchoff (1), célèbre chimiste russe, en 1811, fut perfectionné par plusieurs savans, et notamment par Lampadius, qui publia en 1812 les améliorations qu'il avait apportées. On a beaucoup varié, à Paris, l'appareil et la marche que ce dernier savant avait primitivement indiqués. Voici le meilleur procédé, tel que l'indique M. Dubrunfaut. *V.* à l'*Appendice* la cuve à saccharifier la fécule.

» La cuve de cet appareil a une capacité égale à 20 hectolitres; elle peut facilement comporter ainsi le travail de 300 kilogrammes de fécule (2). Supposons qu'on veuille commencer une opération, on amène dans la cuve 600 litres d'eau; le feu étant mis sous la chaudière, on chauffe cette eau à la vapeur jusqu'à 80 degrés environ. Pendant ce temps, on délaie séparément, dans une cuve disposée à cet effet, les 300 kilogrammes de fécule, avec 600 kilogrammes d'eau et 6 kilogrammes d'acide sulfurique du commerce, à 66 degrés. Alors on verse cette fécule délayée dans la cuve à saccharifier, par la trappe qu'elle porte à sa partie supérieure; on la verse par petite portion et graduellement, en faisant mouvoir l'agitateur. La bouillie de fécule trouve ainsi, dans la cuve, de l'eau à une température suffisante pour la convertir en empois, et l'acide sulfurique qu'elle porte avec elle ne tarde pas à la liquéfier. Il est essentiel, pour la conduite parfaite de l'opération et pour ne pas rencontrer de difficultés, de ne pas verser la fécule en une seule fois. On peut, par exemple, ici, la verser à trois reprises

(1) *Voyez* au mot ALCOOL, l'histoire de cette découverte et la théorie sur laquelle elle repose.

(2) *Voyez* au mot FÉCULE, les procédés à suivre pour réduire les pommes de terre en *fécule*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différentes, et en trois parties égales. On verse la première portion, comme je l'ai dit, lorsque l'eau de la cuve a acquis une température de 80 degrés, à peu près, en ayant soin de battre ce mélange; on continue le chauffage à la vapeur; l'empois se liquéfie par le contact de l'acide sulfurique, et la température, qui s'était abaissée par le seul fait de l'addition de la bouillie, ne tarde pas à remonter vers 80 degrés. A cette époque, on ajoute la seconde portion de fécule délayée, on agite; il y a de nouveau abaissement de température, épaississement dans la masse, par la formation de l'empois, puis enfin liquéfaction en même temps qu'élévation de température. Quand la température est revenue à 75 degrés, à peu près, on verse la dernière portion de fécule, on agite, et tous les mêmes phénomènes se reproduisent; on continue toujours à chauffer jusqu'à ce que toute la masse ait pris la température de 80 degrés.

» A cette époque, on ferme la trappe avec soin, on la lute même si elle ne ferme pas assez bien, et l'on abandonne la cuve à elle-même pendant six heures environ. C'est pendant ce repos que la saccharification de la fécule doit s'opérer, et elle a besoin d'être favorisée, non-seulement par la présence de l'acide sulfurique, mais encore par le concours d'une température maintenue à 80 degrés. C'est pour cela qu'à la naissance de cette branche d'industrie, au lieu de conserver la chaleur dans la cuve pendant six heures, comme nous venons de le recommander, on continuait d'introduire de la vapeur pendant ces six heures, pour maintenir le mélange à l'ébullition. Il a été bien reconnu depuis que cette ébullition est inutile, et qu'il suffit d'en conserver la température pour obtenir un bon résultat. On peut concevoir facilement en quoi consiste l'avantage de ce mode d'opérer, qui économise tout le charbon nécessaire pour maintenir une chaudière à l'ébullition pendant six heures de plus que l'opération ne l'exige.

» On a pu remarquer que j'ai recommandé d'employer 6 kilogrammes d'acide sulfurique pour 300 kilogrammes de fécule; cela fait donc en acide 2 pour cent du poids de la fécule saccharifiée. On pourrait augmenter cette proportion d'acide,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi que l'a reconnu Saussure, sans préjudicier au succès de l'opération. Ce chimiste a observé, en effet, que la saccharification est d'autant plus prompte et plus complète, que la dose d'acide est plus grande. La proportion de 2 pour cent est cependant convenable et suffisante, pourvu qu'on n'abrège pas le terme de six heures que j'ai fixé pour le repos.

» Il existe un seul moyen de reconnaître que la saccharification est complète, et qu'aucune partie de la fécule n'a échappé à cette transformation; c'est d'essayer la liqueur par l'Iode. L'iode est une substance qui a la propriété de colorer en bleu ou en violet les fécules, soient qu'elles soient en suspension dans l'eau à l'état solide, ou en dissolution à l'état d'empois. On peut, à l'aide de ce réactif, reconnaître les diverses périodes de saccharification de la fécule, dans l'opération que je viens de décrire. En effet, prenez de la liqueur au moment où il est temps de la laisser en repos, prenez-en, dis-je, une petite quantité dans un verre; versez-y de la teinture d'iode: le mélange se colorera fortement en bleu. La liqueur, traitée quelques heures après de la même manière, se colorera beaucoup moins; et après six heures de repos prolongé à la température de 80 degrés, elle ne changera plus de couleur. Ce type annonce que la saccharification est complète dans le liquide, et il est temps de procéder à d'autres opérations.

» On ouvre alors la trappe, et l'on s'occupe de la neutralisation de l'acide sulfurique. Cet acide, en effet, n'est nullement décomposé dans le travail, et se retrouve dans la liqueur tel qu'on l'y a mis. Il faut, pour le neutraliser, lui présenter un corps qui fasse avec lui un composé insoluble. C'est ce qu'on obtient avec le carbonate de chaux (blanc d'Espagne), qu'on peut se procurer partout, et l'on peut l'employer en excès, sans aucun inconvénient.

» Pour neutraliser les 6 kilogrammes d'acide que nous avons employés ici, il faut à peu près 10 kilogrammes de Carbonate de chaux réduit en poudre fine. On le délaie, dans cet état, dans 2 ou 3 fois son poids d'eau, et l'on verse ce mélange graduellement dans la cuve, en faisant mouvoir en même temps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'agitateur. Au moment où ce carbonate se trouve en contact avec l'acide sulfurique, il s'excite une effervescence très grande, provoquée par le dégagement du gaz acide carbonique du carbonate, qui vient crever à la surface, et il faut en ajouter encore, jusqu'à ce que son addition au liquide n'y produise plus d'effervescence. On doit arriver à ce point de saturation avec 10 kilogrammes de craie pour 6 kilogrammes d'acide; s'il n'y en avait pas assez avec cette dose, il faudrait en ajouter. On connaît, par le moyen du papier teint avec le sirop de violette ou le tournesol, lorsque la saturation est complète : en le plongeant dans la liqueur, il tourne au rouge tant que l'acide n'est pas saturé.

» La neutralisation de l'acide étant effectuée, on abandonne de nouveau la cuve à elle-même pendant à peu près une heure. Cette fois, il est inutile de conserver la chaleur comme dans le repos nécessaire à la saccharification. En effet, ce dernier repos n'a d'autre but que de permettre au sulfate de chaux de se précipiter au fond de la cuve : cette précipitation peut être parfaite après une heure de repos. Alors on ouvre le robinet supérieur, on en retire un peu de liqueur; si elle est parfaitement limpide, on soutire par ce robinet toute la liqueur de la cuve, et on la transporte dans les cuves de fermentation.

» Le dépôt qui reste dans la cuve à saccharifier se soutire par l'autre robinet, et on le jette à égoutter sur une forte toile de chanvre d'un tissu serré. Le liquide qui découle ainsi par filtration est ajouté à l'autre.

Troisième méthode. *Saccharification, par l'acide sulfurique, de la bouillie de pommes de terre cuite.*

Cadet-Gassicourt annonça, en 1817, qu'il n'est pas nécessaire de réduire la pomme de terre en fécule, pour la saccharifier par l'acide sulfurique; qu'il suffit de la faire cuire à la vapeur et la réduire ensuite en bouillie, et qu'à l'aide de 2 pour cent d'acide sulfurique et par la chaleur, elle se saccharifie de la même manière. Nous essayâmes ce procédé, qui nous réussit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très bien. A cette modification près, le procédé est le même que celui que nous venons de décrire.

Quatrième méthode. *Saccharification de la bouillie de pomme de terre par la potasse caustique.*

M. Siemen de Pyrmont, inventeur de ce procédé, a répété ses expériences en grand, à Stockholm, en présence de Berzelius; et à Copenhague, en présence d'OErstedt, qui l'a décrit de la manière suivante.

Les pommes de terre sont chauffées au moyen de la vapeur dans l'appareil, à un degré un peu au-dessus de l'eau bouillante. Elles sont alors pulvérisées par le moyen d'une croix de fer qui tourne dans l'appareil, et donne une farine plus fine que celle qui est le produit du pilon ou de la râpe. On mêle à la farine de l'eau chaude, et puis un peu de potasse rendue caustique par la chaux; on en mêle environ une livre à trois ou quatre tonnes (1) de pommes de terre. Tout le mucilage qui, dans les pommes de terre bouillies reste, ordinairement insoluble, se convertit alors en un empois qui coule facilement à travers un crible pratiqué dans l'appareil, sur lequel il ne reste que la pellicule. Après avoir refroidi la pulpe, ce qui doit se faire avec la plus grande promptitude, elle est disposée à toutes les opérations chimiques, par conséquent aussi à la fermentation. On en obtient une grande quantité de ferment qui, non-seulement peut servir pour les fermentations suivantes, mais dont on peut vendre avec profit une partie considérable aux boulangers.

Dans les essais qui furent faits à Copenhague, la conversion des pommes de terre réussit parfaitement, quoique les ouvriers ne fussent point habitués à ces manipulations. La fermentation, après avoir réussi deux fois, ne réussit pas aussi bien la troisième, ce qu'il faut attribuer au ferment qu'on avait employé. On opéra sur une masse de onze tonnes de pommes de terre

(1) La tonne contient environ 600 livres, ou 300 kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(6720 livres), et sur vingt-quatre lispunds (1) de drèche. Les produits en eau-de-vie furent d'un tiers plus grands qu'on n'en obtient ordinairement. Ainsi, un procédé important pour l'Agriculture a été introduit en Danemarck.

Cinquième méthode. *Saccharification de la farine de pommes de terre par l'acide sulfurique.*

La difficulté de conserver les pommes de terre, en nature, qui commencent à germer au mois de mars, était un obstacle à la continuité des travaux des distilleries pendant toute l'année. L'heureuse découverte de Kirchoff vint mettre un terme à cet inconvénient, et les distilleries purent travailler toute l'année sans obstacle; mais les manipulations indispensables pour réduire la pomme de terre en fécule sont longues et dispendieuses, et par conséquent augmentent de beaucoup les frais. Plusieurs savans, au nombre desquels nous citerons M. de Lasteyrie, se sont occupés de réduire la pomme de terre en farine. Pour cela, il faut la couper en tranches, la laisser longtemps macérer dans l'eau, changer l'eau plusieurs fois par jour, et employer un grand nombre de vases et beaucoup d'ouvriers, devant opérer dans cinq mois sur une masse énorme de pommes de terre, nécessaire pour alimenter une distillerie pendant tout le reste de l'année.

La réussite qu'avait eue Cadet-Gassicourt par le procédé que nous avons décrit, et que nous avons répété avec succès, nous donna l'idée d'y apporter les modifications que nous allons indiquer.

Nous faisons cuire les pommes de terre à la vapeur, après les avoir bien lavées; nous les réduisons ensuite en bouillie à l'aide de la machine de M. Thierry (*V.* l'*Appendice*), et au fur et à mesure nous la plaçons sur des claies d'osier, à la hauteur d'un pouce, que nous introduisons dans un four ou dans une bonne étuve, pour évaporer l'eau dont cette bouillie

(1) Le lispund pèse 7 kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est imprégnée. On les laisse dans l'étuve jusqu'à ce que le tout soit parfaitement desséché comme des coquilles de noix. On retire les claies, on laisse refroidir à un courant d'air, et l'on met au grenier ces pâtes ainsi desséchées, pour les utiliser au besoin. Lorsqu'on veut les soumettre à la distillation, on les fait moudre et bluter; la farine se sépare du parenchyme et de la pellicule, qui n'ont pas été retenus par la machine de M. Thierry. On emploie cette farine de la même manière que la fécule, on la saccharifie par l'acide sulfurique, ou par la potasse caustique, d'après les procédés que nous avons indiqués. Les produits sont absolument les mêmes que ceux que l'on obtient de la fécule.

Je dois ajouter un mot sur la manière de dessécher la pâte ou bouillie de pommes de terre. Lorsqu'on se sert du four, on doit faire les claies un peu moins larges que l'ouverture du four, et donner à celles qui doivent s'appuyer contre les parois, la forme circulaire d'un côté; les autres sont parallélogrammiques, afin qu'il en tienne le plus possible dans le four dont on laisse la porte ouverte, pour que la vapeur d'eau puisse facilement s'échapper. Chacune de ces claies est élevée au-dessus de l'âtre du four, par de petits pieds, en bois, de trois pouces.

Si l'on emploie une bonne étuve, les claies seront toutes rectangulaires, et l'on pourra en mettre une plus grande quantité.

Nous pensons que l'on pourrait employer avec avantage les séchoirs à froid, par un courant d'air rapide; ils sont en usage pour les sécheries des toiles peintes et dans les blanchissages des toiles. Avec quelques modifications, on les approprierait à ce genre d'industrie, et l'on économiserait par là beaucoup de combustible.

Fermentation. De quelque manière qu'on ait opéré pour obtenir, des grains ou de la pomme de terre, la liqueur sucrée, il faut ensuite la soumettre à la fermentation alcoolique, afin de se procurer la liqueur vineuse qu'on se propose de distiller.

On ramène le moût à 5 ou 6 degrés aréométriques, et à 20 ou 25 degrés de température, en ajoutant de l'eau chaude ou de l'eau froide, selon le cas, et en brassant bien le mélange: alors

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un litre de bonne levûre de bière délayée à part dans la liqueur même, suffit pour 12 hectolitres de moût. Cette quantité est nécessaire pour établir une bonne fermentation. On brasse bien la liqueur, lorsque la levûre a été introduite. (*V.* FERMENTATION.)

Les cuves de fermentation doivent être placées dans une atmosphère de 15 à 20 degrés. Au-dessous de cette limite, on doit porter la température à cette élévation par des poêles ou des bouches de chaleur bien distribués. Lorsque la fermentation est terminée, on procède à la distillation. Alors on rentre dans la classe des distillateurs de vins, première partie, page 46, et l'on se comporte comme nous l'avons indiqué.

§ III. *Moyens d'enlever le mauvais goût aux eaux-de-vie.*

Beaucoup de chimistes se sont occupés de recherches sur les moyens d'enlever le mauvais goût à l'eau-de-vie préparée, c'est-à-dire après qu'elle est sortie de l'appareil distillatoire et avant de la livrer au commerce; jusqu'ici les tentatives qu'ils ont publiées n'avaient eu aucun succès. Nous avons essayé aussi, et nous avons souvent réussi en la filtrant, *per ascensum*, au charbon de bois, dans un appareil très commode, que nous ferons connaître dans l'*Appendice* de cet article, dans lequel nous avons renvoyé la description de tous les instrumens que nous regardons comme indispensables au distillateur.

Le célèbre M. OErsted, professeur de Chimie à Copenhague, vient de faire une heureuse application du chlorure de chaux pour enlever aux eaux-de-vie de pommes de terre le goût herbacé qui leur est propre. Voici le procédé tel que l'a décrit M. le docteur Zeize.

Il ne s'agit que de mêler au liquide spiritueux le chlorure de chaux délayé dans l'eau, ou une dissolution de ce chlorure, et de laisser reposer un peu le mélange avant de le distiller. Le plus difficile est de trouver la quantité juste qu'il faut pour que le chlorure opère avec succès. Un quart d'once de chlorure, bien préparé, suffit généralement pour épurer dix litres d'eau-de-vie. L'eau-de-vie épurée par le chlorure ne contient rien qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puisse rendre cette boisson plus nuisible à la santé que l'eau-de-vie ordinaire. Il faut essayer le chlorure sur une petite portion d'eau-de-vie, afin de s'assurer de sa qualité et de la quantité nécessaire, avant de l'appliquer à la masse entière du liquide spiritueux.

APPENDICE. *Des instrumens nécessaires au distillateur.*

Nous ne nous proposons pas de décrire ici l'instrument le plus important pour le distillateur, qui est l'appareil distillatoire proprement dit : nous en avons décrit plusieurs, soit au mot ALAMBIC, soit au mot DISTILLATION, et notre cadre ne nous permet pas d'entrer dans de plus grands détails. Nous supposons donc que le distillateur a fait choix de l'appareil qui lui convient le mieux. Nous allons lui indiquer les autres instrumens dont il ne peut pas se passer, et nous décrirons principalement ceux qu'il doit avoir pour la distillation des grains et des pommes de terre.

Thermomètre. Cet instrument sert à connaître la température. (*V.* THERMOMÈTRE.)

Aréomètre. Cet instrument est déjà décrit au T. II, page 105. (*V.* ARÉOMÈTRE.)

Alambic d'essai. Les distillateurs de vins, principalement, ont besoin de connaître la qualité des vins qu'ils veulent acheter, afin de régler leurs prix sur la quantité d'alcool qu'ils contiennent. On ne connaît encore aucun instrument simple, tels que des aréomètres, par exemple, qui puissent leur donner exactement cette notion. On a donc besoin de recourir à la distillation, et, dans ce but, M. Descroizilles imagina un petit alambic de poche très ingénieux, qui remplit assez bien ce but; mais il a observé que la condensation des vapeurs n'était pas assez complète, à l'aide de la toile imbibée d'eau, de sorte que la liqueur sort presque toujours chaude, ce qui rend les produits inexacts. J'y ai suppléé par un condenseur de Gedda, couché. J'ai donné aussi une autre forme à la partie supérieure de la chaudière, que l'on ne place que lorsqu'on veut distiller des plantes, des fleurs, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La chaudière A (Pl. 23, fig. 1) est en étain, son fond est en cuivre étamé et a une forme extérieurement convexe; elle a trois pouces six lignes de diamètre, et trois pouces neuf lignes de hauteur; elle repose sur un fourneau N, en fer-blanc agrafé, du même diamètre et de la même hauteur que la chaudière. Ce fourneau renferme une lampe à esprit-de-vin qui sert à chauffer l'appareil : il est supporté par une boîte en fer-blanc R, qui a la même hauteur que la chaudière, et l'épaisseur de la feuille de fer-blanc de diamètre de plus, afin qu'il puisse recevoir le fourneau dans son intérieur, pour ne pas offrir un si grand volume dans le transport.

La pièce B (fig. 3), en étain, s'ajuste sur la chaudière lorsqu'on veut distiller des plantes, des fleurs, etc. On lui a donné une forme sphérique, afin qu'elle contienne une plus grande quantité de substances. Au bas de cette pièce et au-dessus de la chaudière, on place un diaphragme en étain percé d'une infinité de trous, afin que les plantes ou les fleurs ne tombent pas dans la chaudière, et n'aient, avec le liquide, d'autre communication que par les vapeurs que la chaleur en dégage.

Le chapiteau C porte une douille sur le côté, laquelle s'emboîte dans le réfrigérant ou condenseur D. La partie inférieure du même condenseur repose sur le haut d'un support E, qui a quelque ressemblance avec un chandelier; il porte dans son intérieur un tube qui ressort en G. C'est par l'extrémité de ce tube que la liqueur coule dans le récipient S.

Ce condenseur est formé d'un tube conique qui a 12 pouces de long sur 2 pouces par sa grande base près du chapiteau, et 10 lignes par sa petite base. Il porte dans son intérieur un condenseur de Gedda (la fig. 2 en montre la coupe). Il est incliné vers le support E, de manière que l'extrémité supérieure du diamètre vertical de sa petite base, est sur la même ligne horizontale que l'extrémité inférieure du diamètre vertical de sa grande base. Indépendamment de la grande ouverture qui est pratiquée au centre de la grande base du réfrigérant, et qui sert à recevoir la douille du chapiteau, il porte trois tuyaux H, I, K, dont deux sur la même arête du cône tronqué, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la troisième I sur l'arête diamétralement opposée à celle-là. Le tube K, qui a quatre pouces de long, reçoit dans son intérieur le tube de l'entonnoir M, qui est le réservoir d'eau froide; le tube H, qui est à l'autre extrémité, a un pouce de long; il est enveloppé par un autre tuyau L, P, qu'on prolonge à volonté pour déverser l'eau chaude dans un réservoir qu'on place au-dessous. Ces deux tubes ne communiquent qu'avec le réfrigérant. Le tube I traverse l'eau inférieure du réfrigérant, et communique avec le condenseur. C'est par ce tube que sort le produit de la distillation.

Toutes les pièces de cet appareil sont en étain fin; toutes les parties qui doivent entrer l'une dans l'autre portent une gorge sur laquelle on trace quelques traits au tour, afin de mieux retenir l'étoupe dont on l'enveloppe.

Tout cela bien entendu, voici comment on dispose cet appareil. Lorsqu'on doit distiller du vin, on n'a besoin que de la chaudière A, du chapiteau C et du fourneau N; la pièce B ne sert que pour distiller les fleurs, etc.; mais en la supprimant, l'appareil serait trop bas relativement au support E qui doit servir dans tous les cas. Alors on retourne la boîte en fer-blanc R, de manière que son orifice soit sur la table, on place sur son fond le fourneau N, par-dessus la chaudière, dans laquelle on verse 3 décilitres de vin. On ajuste le chapiteau C, dont on a mouillé les étoupes avec un peu d'eau pour les faire gonfler; on presse un peu en tournant, et ce mode de lutage suffit. On ajuste la douille du chapiteau, dont on a mouillé l'étoupe avec le collet du réfrigérant; et on l'appuie sur le sommet du support E, après avoir fait entrer le petit tube dans le tube inférieur. On allume la lampe, qu'on a remplie d'esprit-de-vin.

Pendant que le vin s'échauffe, on ajuste le tube L, P, après avoir mouillé les étoupes du collet H, en dirigeant l'extrémité à droite ou à gauche, selon qu'on le trouve plus commode; on place l'entonnoir M, et l'on ouvre son robinet Q. On verse de l'eau froide dans l'entonnoir, jusqu'à ce qu'elle coule par le tuyau P dans un vase qu'on a placé dessous. Lorsque le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chapiteau commence à s'échauffer, on voit bientôt couler les premiers produits de la distillation. On place au-dessous du tube G un récipient qui peut être ou un flacon à goulot renversé, ou le tube gradué de Descroizilles, qu'il est toujours bon d'avoir avec soi. Supposons qu'on s'est servi du tube gradué, lorsque la liqueur s'est élevée au haut de l'échelle, on a recueilli un demi-décilitre; on ôte le tube, on met un flacon dessous le tube G, on agite l'alcool recueilli pour le bien mélanger, et on l'essaie à l'aréomètre; il doit donner plus de 18 degrés. On le verse dans un flacon qu'on bouche, et l'on remet le tube en place, en y versant la liqueur qui a coulé pendant cette opération.

On essaie le second produit: s'il donne 18° au moins, on le mêle avec le premier; on mêle bien et l'on essaie de nouveau à l'aréomètre. On continue de même jusqu'à ce que toutes les liqueurs mélangées donnent ensemble 18°. Tout ce qu'on recueille, après, donnant moins de 18°, doit être mis à part; ces produits sont trop faibles. Par le nombre de décilitres qu'on a obtenus, il est facile de voir combien le vin contient d'alcool à 18°.

Le même appareil peut servir pareillement à distiller des fleurs. Alors, on enlève la boîte de fer-blanc qui, dans le premier exemple, et dans la fig. 1, se trouve sous le fourneau; on met de l'eau, ou de l'eau-de-vie, ou du vin, selon le cas, dans la chaudière; on met la hausse B (fig. 3) par-dessus, un diaphragme au fond; par-dessus, les fleurs sans les tasser; un autre diaphragme par-dessus, puis le chapiteau, etc., comme nous l'avons indiqué plus haut. L'appareil est de la même hauteur qu'auparavant, puisque la boîte de fer-blanc est exactement aussi haute que la hausse B.

La fig. 2 représente le réfrigérant en coupe; on y voit le condenseur *a*, *a*; les tuyaux H, I et K; le tuyau *b* qui fait communiquer l'eau avec celle du réfrigérant, afin qu'il y ait une circulation continuelle, et une communication entre la partie *c* et la partie *d*.

De la chaudière à vapeur.

La fig. 4 représente la coupe de cette chaudière à vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montée sur son fourneau. La chaudière A est en cuivre ; elle est munie de son couvercle B, qui s'adapte sur le col de la chaudière à l'aide du cercle à charnière de Moulfarine. (*V.* ALAMBIC.)

Le couvercle B porte un tube recourbé CD, qui sert à conduire la vapeur partout où l'on en a besoin. Ce tube porte à cet effet, à l'extrémité D, un ajustage à vis que nous avons décrit au mot ALAMBIC, T. I, page 248; on le nomme *nœud*. Ce mode d'assemblage est le plus commode. Le tube de sûreté EF sert en même temps au renouvellement de l'eau dans la chaudière, et à laisser dégorger l'eau par l'ouverture E, si la pression était trop grande dans la chaudière. Il plonge dans la chaudière jusqu'à cinq centimètres environ au-dessus du fond. Ce même tube livre passage à la vapeur, et il annonce ainsi que la chaudière a besoin d'eau.

Le robinet G sert à fixer le niveau de l'eau dans la chaudière, quand on la charge. On l'ouvre toujours quand, dans un travail continu, on recharge la chaudière : il a alors une double fonction, celle que nous avons indiquée, et celle de donner accès à l'air et d'éviter ainsi le danger de l'absorption.

La fig. 5 représente la coupe de ce fourneau ; on y voit la grille A, B ; les supports de maçonnerie C, D, E, F, G, H, I, J, destinés à soutenir la chaudière ; les espaces inégaux *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, qu'ils laissent entre eux, servent à livrer passage à la flamme, qui se rend ainsi dans une galerie circulaire autour des parois latérales de la chaudière, comme on le voit dans la coupe fig. 4, et de là dans la cheminée.

Cette chaudière est calculée pour produire 84 kilogrammes de vapeur par heure, en supposant qu'elle soit alimentée avec de l'eau bouillante ; car s'il fallait perdre du temps à chauffer l'eau, elle fournirait une quantité de vapeur moins grande. Elle contient 230 litres jusqu'à la ligne ponctuée *a*, *a*, et 300 jusqu'à la ligne de charge *b*, *b*.

Il serait très facile d'alimenter constamment cette chaudière avec de l'eau bouillante, en disposant au-dessus d'elle une autre petite chaudière en cuivre, que l'on emplirait d'eau, et qui chaufferait avec la chaleur échappée à la chaudière inférieure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On l'y conduirait par un robinet placé vers son fond. De cette manière, on obtiendrait une économie notable de combustible.

Cuve destinée à cuire les pommes de terre à la vapeur.

La fig. 6 représente une cuve conique A formée de douves en chêne, cerclée en fer, et foncée par ses deux bouts. Toute sa surface intérieure doit être doublée en cuivre ou en plomb, afin de lui donner une solidité convenable. Elle est calculée pour contenir 900 à 1000 kilogrammes de pommes de terre, c'est-à-dire qu'elle a une capacité égale à 1280 litres; mais il est nécessaire de ne jamais la remplir, parce que les pommes de terre se gonflent en cuisant.

La fig. 7 représente le fond supérieur; il porte une trappe A à charnière, qu'on ouvre et qu'on ferme à volonté; cette trappe étant fermée est maintenue solidement sur le fond par les arêtes B et C.

Le fond inférieur, fig. 8, porte une double trappe A et B, qui s'ouvre par le milieu, en pivotant sur les charnières *a*, *b*, *c*, *d*; on les ouvre en détachant le barreau de fer C, E, qui est tenu en C, mais mobile dans un crampon auquel il tient par un œillet. Ce barreau se glisse en E, où il n'est maintenu que par une arête D; et lorsqu'il est décroché et séparé du côté E, il pend par l'extrémité C, et permet aux deux battans de la trappe de se rabattre pour livrer passage aux pommes de terre cuites. On introduit les pommes de terre par la trappe pratiquée au fond supérieur, on les fait sortir par celle qui est ménagée à son fond inférieur.

Le tube F (fig. 6) est destiné à l'introduction de la vapeur; et son orifice intérieur est garanti, sur un plan incliné G, par des trous. Ce plan empêche les pommes de terre de boucher le conduit F, et de s'opposer ainsi au passage de la vapeur. Il sert de plus, de même que le plan H, qui se trouve en regard, à empêcher qu'il ne reste des pommes de terre cuites dans les angles de la cuve, chaque fois qu'on la décharge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machine à réduire en pulpe les pommes de terre cuites à la vapeur.

Cette machine fut inventée en 1817, par M. Thierry. Les principales pièces qui la composent sont deux cylindres dont il importe de détailler toutes les parties. L'intérieur est en bois dur, et a la forme de deux cônes tronqués réunis par leurs grandes bases, lesquelles se trouvent placées dans le milieu de la longueur du cylindre dont ils remplissent presque toute la capacité. Ils sont montés sur des axes de fer qui servent à les supporter et à les faire mouvoir. Plusieurs cercles de fer, de même diamètre que celui qui enveloppe la grande base commune aux deux cônes tronqués, forment la charpente du cylindre; et une toile métallique de fer, dont les trous ont une demi-ligne en carré, dont cette charpente est recouverte, constitue l'enveloppe du cylindre. Des plaques triangulaires en zinc établissent des cloisons entre les cônes tronqués et le cylindre, et servent à donner de la solidité à toute la machine.

La toile métallique qui forme la surface convexe des cylindres est à claire-voie; elle est solidement roulée, cousue et attachée sur les cercles qui forment la surface des mêmes cylindres.

Ces deux cylindres, parfaitement semblables et d'un égal diamètre, sont placés horizontalement sur les traverses supérieures du bâti, et à côté l'un de l'autre, et se touchent presque. Ils sont traversés chacun, comme nous l'avons déjà dit, par un arbre en fer qui porte du même côté une roue en fer. Ces roues diffèrent entre elles et par le diamètre et par le nombre de leurs dents. Ces deux cylindres, tournant en sens opposés et avec des vitesses inégales, déchirent la pomme de terre, et font passer par compression la pulpe à travers le tissu de la toile métallique; elle tombe sur les cônes de bois dont les surfaces sont très-inclinées, et glisse facilement pour se rendre dans une auge qui est placée au devant.

Cette auge est percée de petits trous qui laissent égoutter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande partie l'eau de végétation qui tombe dans une auge inférieure.

Au-dessus des cylindres est placée une trémie qui reçoit les pommes de terre cuites, immédiatement de la cuve à vapeur qui se trouve disposée au-dessus. Cette construction économise la main-d'œuvre.

Explication des figures. La fig. 9, Pl. 23, est une élévation latérale de la machine vue du côté de l'engrenage.

La fig. 10 est le plan de la machine vue à vol d'oiseau.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les deux figures.

Le bâti A, A, A, A, est solidement construit en madriers de chêne.

Les deux cylindres B, C, sont construits comme nous l'avons dit. Les deux roues d'engrenage ont des grandeurs différentes et un nombre différent de dents : la roue *a* a dix-huit dents et la roue *b* en a vingt et une. Leurs vitesses sont inégales.

La trémie mobile D appuie sur le bâti en *e*, *d*; elle est destinée à recevoir les pommes de terre pour les transmettre aux cylindres, dont elle approche de très près sans les toucher.

La manivelle E, F, est fixée sur l'axe du cylindre C ; elle sert à mettre la machine en mouvement.

Les deux planches F, G, servent à diriger la pulpe dans l'auge H, percée, qui est au-dessous. Le fond pourrait être en osier. Cette auge est placée sur une seconde auge I, destinée à recevoir l'eau de végétation des pommes de terre.

Cuve à saccharifier par l'acide sulfurique la fécule ou la pulpe des pommes de terre.

La cuve A (fig. 11) doit être solide et doublée en plomb. Sa capacité est de 1655 litres, jusqu'à la ligne ponctuée *a*, *b*.

Un agitateur B, C, est fixé à son centre. Il est traversé, dans sa hauteur, par cinq forts liteaux de bois destinés à mettre le liquide de la cuve en mouvement.

Un conduit de plomb D, E, est destiné à introduire la vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la cuve A. Il porte à son orifice D, une partie de l'ajustage dont nous avons parlé plus haut (page 72) pour l'unir avec le tube qui amène la vapeur de la chaudière, et qui porte l'autre partie.

On voit en F le robinet de décharge.

La fig. 12 représente la même cuve vue par-dessus. Une trappe mobile A s'enlève quand on veut introduire le liquide dans la cuve; on la replace après, en la fixant à l'aide des arêtes B et C.

On voit dans cette figure un robinet D, qu'on n'aperçoit pas dans la fig. 11; ce robinet doit être placé à 3 ou 4 centimètres du fond de la cuve, et il sert à soutirer le dépôt qui se forme dans le travail auquel cette cuve est destinée.

Appareil pour enlever le mauvais goût aux eaux-de-vie.

Cet appareil se compose de plusieurs seaux A, B, C, etc. (fig. 13) d'un pied de diamètre et de deux pieds de hauteur, bien cerclés en fer et solidement assemblés; au-dessus du fond est placé, à deux pouces de hauteur, un double fond percé de beaucoup de trous coniques, comme la cuve de macération. On y répand une couche de paille courte d'environ un pouce d'épais; par-dessus la paille, une couche de très petits cailloux de rivière de la grosseur d'un gros pois. On verse par-dessus du *charbon de braise de boulanger* concassé et lavé, afin qu'il ne reste aucune poussière. On étend par-dessus une toile de chanvre à tissu serré; et par-dessus la toile, une couche de sable de rivière soigneusement lavé.

Toutes ces diverses substances doivent remplir le seau jusqu'à deux pouces du bord supérieur. Au-dessous du cercle supérieur on fixe solidement un tuyau de trop-plein *c*, bien mastiqué, afin que la liqueur ne puisse s'échapper que par ce tuyau. A ce tuyau on en ajuste un autre *d*, par le moyen des ajustages dont nous avons parlé page 72; ce tuyau *d* est soudé à un autre tuyau droit qui porte en dehors un entonnoir, et dont la branche inférieure va aboutir à deux ou trois lignes du fond du seau par-dessous le double fond. Le seau B a, comme le seau A, un tuyau de trop-plein *f*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le premier seau ce tuyau, *d* est remplacé par un tuyau droit *e*, qui porte à sa partie supérieure un entonnoir dans lequel on fait couler l'eau-de-vie qu'on veut purifier. Tous les autres seaux, quel que soit le nombre qu'on en emploie, sont construits exactement comme le seau B, et ont tous comme lui un robinet tout près de leur fond, sous le double fond ; la seule différence consiste en ce que celui que l'on place le dernier porte un tuyau de trop-plein *g* qui est plié en bas, afin que la liqueur coule plus facilement dans le bassiot D, et qu'elle ne soit pas dans le cas de couler le long des parois du seau, ce qui pourrait bien arriver sans cette précaution.

On place la futaille E qui contient le liquide vicié, à une hauteur convenable pour qu'en ouvrant le robinet ce liquide puisse couler librement dans l'entonnoir. On règle l'ouverture du robinet de manière qu'il n'en coule que la quantité nécessaire à la filtration. Le liquide se rend dans le double fond du premier seau ; il s'élève en traversant le double fond, la couche de paille, le gravier, le charbon et le sable, et se rassemble au-dessus de ce dernier ; il rencontre le tuyau de trop-plein, et coule dans le second seau, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il arrive au dernier C, qui la déverse, par le tuyau de trop-plein *g* dans le bassiot D, avec lequel on le transporte dans une futaille bien propre.

Le dernier seau doit porter un robinet au-dessous de son double fond, afin d'en tirer le liquide dont il se trouve rempli, et que l'on filtre, *per descensum*, dans un seau préparé de la même manière, qui a aussi un robinet à son fond, par lequel on tire la liqueur. On lave le filtre lorsqu'il est sale.

Ce procédé nous a toujours parfaitement réussi ; mais il nous est arrivé, lorsque la liqueur avait un très mauvais goût, d'être obligé d'employer jusqu'à huit seaux. Voici comment nous nous y prenions pour ajouter des seaux successifs en quantité suffisante.

Nous plaçâmes d'abord deux seaux, et lorsque le premier commença à déverser dans le second, nous goûtâmes de la liqueur qui s'accumulait dans la surface supérieure du premier :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous ne trouvâmes pas le goût franc; alors nous plaçâmes le troisième seau, et nous avions le temps pendant que le second se remplissait. La liqueur du second ne nous ayant pas satisfait, nous en plaçâmes un quatrième, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le goût nous parût franc. Satisfait du goût au septième, nous plaçâmes à la suite le dernier C, et nous eûmes une eau-de-vie d'un goût franc et excellent.

Lorsque la liqueur fut tout-à-fait passée, comme il en était dans tous les seaux, nous plaçâmes le premier seau sur le tabouret à côté du second, de manière que son robinet pût verser dans l'entonnoir qui le surmonte, et nous bouchâmes le tuyau *d* avec du liége; nous ouvrîmes le robinet, et toute la liqueur se filtra comme elle l'avait déjà fait. La même opération se répéta de même sur les autres seaux. Quant au dernier, en ouvrant le robinet il donna sa liqueur parfaite, et rien ne fut perdu.

L'opération paraît longue lorsqu'on ne doit opérer que sur une futaille, et elle est effectivement longue; mais dans une fabrique où l'on opère sur de grandes quantités, ce n'est que lorsqu'on a tout terminé, que l'on est obligé de décharger successivement tous les seaux. C'est encore ce que nous connaissons de meilleur pour atteindre ce but que nous nous proposons.

L.

DISTILLATION. La distillation est une des opérations les plus anciennement connues; elle a pris son origine dans les laboratoires des premiers hommes qui se sont livrés à la préparation des médicamens, et depuis elle a reçu une foule d'applications toutes plus utiles les unes que les autres. Son but est de séparer d'un composé, les produits volatils de ceux qui ne le sont pas ou qui le sont moins dans les mêmes circonstances. C'est ainsi que l'alcool se retire du vin, les essences des diverses substances aromatiques qui les contiennent, etc. On donne aussi le nom de *distillation* au traitement par la chaleur, et en vaisseaux clos, d'un corps quelconque, dont on retire des produits solides, liquides ou gazeux, alors même que ces produits n'étaient pas primitivement contenus dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corps soumis à l'expérience, et qu'ils résultent de l'action de la chaleur. Nous offrirons pour exemple de ce genre, la distillation du bois, qui fournit de l'huile empyreumatique, de l'acide acétique et divers composés gazeux, qui prennent naissance dans l'opération elle-même.

On distinguait autrefois trois modes de distillation, qu'on désignait sous les dénominations latines de *per ascensum*, *per descensum*, *per latus*, suivant que le produit volatil prenait issue par la partie supérieure, inférieure, ou par le côté de l'appareil employé. On a renoncé désormais à ces classifications insignifiantes, et l'on ne reconnaît sous ce même rapport que deux sortes de distillation, celle à l'alambic, et celle à la cornue; mais relativement à la manière d'appliquer la chaleur, on dit d'une distillation, qu'elle se fait à *feu nu*, à la *vapeur*, au *bain-marie*, ou au *bain de sable*. Cette opération est encore susceptible de varier par rapport à la pression qu'on peut faire supporter à la vapeur. La plupart du temps, la distillation s'effectue sous le poids ordinaire de l'atmosphère; mais il y a des circonstances particulières où il est avantageux de déterminer l'émission des vapeurs à une très basse température, et l'on y parvient aisément en diminuant la pression atmosphérique, c'est-à-dire en faisant un vide plus ou moins complet dans l'appareil. De même, on peut aussi soumettre le liquide en distillation à une température plus élevée, en faisant subir à la vapeur une pression supérieure à celle qui existe habituellement. Nous établirons plus tard le degré d'utilité de chacune de ces modifications, et nous indiquerons les occasions dans lesquelles on doit y avoir recours. Maintenant, nous ferons connaître les principes sur lesquels repose la distillation, afin d'en bien concevoir la théorie, et de mieux apprécier les améliorations successives dont elle a été l'objet.

Le but de la distillation, avons-nous dit, est de séparer les produits volatils de ceux qui ne le sont pas, ou qui le sont moins dans les mêmes circonstances; mais rappelons-nous que tous les corps sont soumis à l'influence de deux forces opposées, savoir, d'une part l'attraction d'aggrégation, qui tend

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à lier étroitement toutes les molécules entre elles, et de l'autre cette force expansive qu'ils reçoivent de la matière de la chaleur dont ils sont pénétrés, et qui, en s'introduisant entre les molécules, fait de continuels efforts pour les désunir. Rappelons-nous encore que la pression atmosphérique limite cette force expansive, et qu'elle agit dans le même sens que l'attraction moléculaire. Cela posé, si nous revenons au phénomène de la distillation, nous verrons qu'il existe deux moyens de la déterminer; ou bien, en augmentant par l'action de la chaleur la répulsion des molécules des corps soumis à cette opération jusqu'à ce que le plus volatil d'entre eux, celui qu'on veut déterminer, ait acquis assez de force répulsive pour que sa vapeur puisse résister à la pression atmosphérique et la vaincre; ou bien, en diminuant cette pression elle-même, jusqu'à ce que le corps le plus expansible ne trouve plus d'obstacle à sa volatilisation. Il pourrait peut-être paraître d'abord plus simple d'avoir recours au dernier moyen qu'au précédent; mais il est un motif essentiel qui s'oppose à sa facile exécution, c'est qu'une fois qu'il n'y a plus équilibre entre la pression intérieure et extérieure que l'atmosphère exerce sur l'appareil, il en nécessite dans les parois et dans les jointures, une force capable de résister à cette différence; autrement les vases cèdent à l'effort, et cet inconvénient entraîne souvent à de grands dangers. C'est donc presque constamment à l'aide de la chaleur et sous la pression ordinaire de l'atmosphère, qu'on effectue la distillation.

Nous venons de voir sous quelles conditions un corps se sépare d'un autre par la seule volatilisation, et nous devons ajouter qu'un simple abaissement de température suffit pour coërcer la vapeur et ramener ce corps à son état primitif. Tel est, en effet, le résultat qu'on obtient à l'aide des appareils distillatoires. Ce serait ici le lieu d'en donner la description; déjà la partie la plus importante de cet objet ne se trouve faite à l'article Alambic. Cependant il nous reste encore à traiter du plus complet de ces appareils; mais pour faciliter l'intelligence de ce qui doit suivre, nous entrerons auparavant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans quelques nouveaux détails sur la théorie de la distillation, et nous tâcherons de donner une analyse exacte des phénomènes qui en dépendent.

D'après les idées généralement admises, les diverses substances qui constituent un composé quelconque soumis à l'action de la chaleur, s'en pénètrent d'abord uniformément tant qu'elles conservent le même état; mais pour en changer, chacune d'elles en absorbe ensuite en combinaison réelle une quantité plus ou moins considérable, suivant sa capacité particulière pour le calorique, et le rend ce qu'on appelle *latent;* et réciproquement, une vapeur qui reprend l'état de liquide, ou un liquide qui redevient solide, abandonne, lors de cette transition et dans le même rapport, tout le calorique latent qui avait produit ce changement d'état. Si nous cherchons maintenant à appliquer ces données à la distillation, nous verrons que pour volatiliser un liquide, il faudra non-seulement lui communiquer la chaleur exigée pour qu'il atteigne son point d'ébullition, mais qu'il sera nécessaire en outre de lui en fournir toute la quantité voulue pour sa transformation en vapeur. Ainsi, la proportion de combustible nécessaire à la distillation d'un liquide sera d'autant plus considérable, toutes circonstances égales d'ailleurs, que la capacité de sa vapeur pour le calorique sera plus grande; mais comme nous venons de l'observer, cette vapeur se dépouillera par sa condensation de toute cette quantité de calorique libre ou combiné qu'elle avait entrainé. C'est la juste appréciation de toutes ces données qui a servi de base aux immenses progrès qu'on a fait faire de nos jours à l'art de la distillation. Jusque-là, on n'avait porté aucune attention à l'énorme déperdition de chaleur qu'occasionnait cette opération, et il a fallu toute l'influence des connaissances de la Chimie moderne, pour développer les précieuses inventions des nouveaux appareils, jusque dans les ateliers de l'empirisme.

Je n'entreprendrai point de faire ici l'historique de la distillation; les bornes de cet article ne comportent pas de tels détails, et je renverrai, pour cet objet, aux traités spéciaux qui ont été publiés sur cet art important. Je citerai comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les plus complets, ceux que nous devons à M. Lenormand à M. Dubrunfaut. Je me bornerai à jeter un coup d'œil rapi sur les perfectionnemens les plus remarquables qui ont été i portés par divers auteurs.

Ce fut le célèbre Argand qui, dès l'année 1780, conçut premier l'idée de faire tourner au profit de la distillation même, la chaleur employée à la vaporisation du liquide, interposa, entre le serpentin et le chapiteau de l'ancien alam une cuve qui renfermait elle-même un serpentin, où venai se dégager d'abord les vapeurs avant d'arriver au serpentin dinaire. Cette cuve, qu'on remplissait avec du vin, était élevée pour qu'on pût la vider dans la cucurbite. Il résul de cette heureuse disposition, que le vin de la cuve arri un certain degré de température, les vapeurs mixtes d'ea d'alcool subissaient une sorte de départ. Les plus alcooliq trouvant encore assez de chaleur pour se maintenir, passa debout et allaient gagner le deuxième serpentin, tandis l'abaissement de température subi par les vapeurs aqu étant suffisant pour les condenser, elles retournaient à l liquide par le tuyau ascendant qui les avait amenées dan *chauffe-vin*. Ainsi, on obtenait par cette ingénieuse addi d'Argand, deux avantages bien marqués; le premier, d'empl la chaleur abandonnée par la condensation des vapeurs, à chauffement du liquide qu'on va soumettre à la distillation deuxième, de recueillir, dès la première opération, un pro beaucoup plus déflegmé que celui qu'on obtenait auparav C'était, certes, un grand pas de fait; mais Édouard Adam lut aller plus loin; il imagina d'appliquer l'appareil de W à la distillation, et d'obtenir, par ce moyen, de prime abord l'alcool à tous les degrés de concentration demandés par le c merce. (*V.* pour la description de cet appareil, l'article Alam Je ne retracerai ici que les principes théoriques de cette h reuse conception, source de toutes les améliorations sub quentes dont cette importante opération est devenue l'objet

L'auteur, pour atteindre le but qu'il se proposait, mit alambic en communication avec une série de vases métalli

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien clos, de forme ovoïde, à moitié pleins de vin, et dans lesquels il faisait arriver directement la vapeur par des tubes plongeurs. Ces vases étaient disposés de manière que chacun d'eux recevait la vapeur de celui qui le précédait, en telle sorte que les vapeurs de la cucurbite étaient dirigées dans le liquide du premier vase, les vapeurs de celui-ci dans le liquide du deuxième, etc. On prévoit, dès-lors, tout l'avantage qui devait résulter d'une pareille combinaison; car il est certain que ces vapeurs, essentiellement composées d'eau et d'alcool, en venant se condenser dans le liquide, en augmentaient tout-à-la-fois la température et la richesse alcoolique. Si l'on observe maintenant qu'un liquide spiritueux entre en ébullition à une température d'autant plus basse qu'il est plus alcoolique, on concevra facilement que par les progrès de l'opération, le liquide du premier vase atteindra bientôt son point d'ébullition, et que les vapeurs qui s'en exhaleront seront beaucoup plus riches en alcool, que celles de la cucurbite. Le même raisonnement pouvant s'appliquer à tous les vases subséquens, on voit que la richesse va toujours croissant, et que le problème proposé se trouve résolu. Ainsi, Édouard Adam trouva le moyen de tirer tout le parti possible de la grande quantité de chaleur latente propre aux vapeurs; quantité qui est en effet très grande, puisqu'elle égale cinq fois et demie la chaleur de l'eau liquide en ébullition. Un autre avantage bien remarquable, qui résulte encore de ce mode de distillation, c'est que le vin de la chaudière excepté, tout le reste ne se trouve point exposé à l'action immédiate du foyer, et ne peut subir par conséquent l'altération que détermine l'inégale distribution de la chaleur et son accumulation sur certains points; aussi les alcools obtenus par ce moyen sont-ils exempts du goût d'empyreume, dont les autres sont si souvent viciés. Néanmoins, cet appareil, quoique fort supérieur à tous ceux qui l'avaient précédé, offrait encore quelques inconvéniens dans la pratique, et laissait à désirer. On lui reprochait surtout de présenter quelques dangers en raison de la pression déterminée par cette longue série de tubes plongeurs; on lui reprochait encore

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'exiger trop de temps et de dépenses pour parvenir à l'épuisement total des derniers vases. A la vérité, on a paré en grande partie à cet inconvénient, en diminuant le nombre des vases, et en les étageant de manière à pouvoir les vider les uns dans les autres. Cependant, soit zèle, soit cupidité, on voulut encore enchérir sur cette brillante application, et l'on propos diverses améliorations successives, que je n'essaierai point de reproduire, ayant déjà indiqué les sources où l'on pouvait se trouver la description détaillée. Je citerai aussi, comme pièce authentique, l'excellent Mémoire de M. le professeur Duporta de Montpellier, inséré dans le T. LXXVII des Annales de Chimie. Toutefois, je ne saurais passer sous silence les remarquables perfectionnemens apportés par M. Cellier-Blumenthal, et p M. Ch. Derosne, parce qu'ils offrent, pour ainsi dire, le complément et la réunion de tous les autres. Nous nous trouvons d'autant plus engagé à parler de ce nouvel appareil, qu'il n'a point été décrit à l'article Alambic. Les combinaisons en sont telles, que l'on y met à profit, et sans aucune restriction, toute la chaleur émise par la condensation des vapeurs; qu'il fournit aussi de premier jet, de l'alcool aux divers degrés de concentration demandés par le commerce, et qu'il offre en outre le précieux avantage de la continuité. Le vin est introduit dans cet appareil par un filet constant; il se dépouille, chemin faisant, de tout l'alcool qu'il contient, et il se déverse, en même rapport, par l'extrémité opposée, en telle sorte que si le liquide soumis à la distillation n'était point susceptible d'encrasser l'intérieur des vases, le manque de matière première serait le seul motif qui pût en déterminer l'interruption.

Avant d'entrer dans plus de détails sur les fonctions de cet appareil, nous donnerons la description des différentes parties qui le composent, afin que l'ensemble en soit mieux saisi.

Description de l'appareil de M. Derosne.

Cet appareil se compose,

1°. De deux chaudières A et A' (Pl. 21, fig. 2);

2°. D'une colonne distillatoire B;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3°. D'un rectificateur C;

4°. D'un condensateur, chauffe-vin D;

5°. D'un réfrigérant E;

6°. D'un seau de vidange ou régulateur d'écoulement, garni d'un robinet à flotteur F.

7°. D'un réservoir G;

Pour mettre cet appareil en fonction, on commence par emplir du liquide à distiller la première chaudière A, au moyen de la douille H; on en verse jusqu'à ce que le niveau s'élève à la hauteur de 2 ou 3 pouces au-dessous de la partie supérieure de l'indicateur de verre *x* qui y est adapté. On en fait autant pour la chaudière A'; mais on en verse jusqu'à la hauteur de 6 pouces au-dessus de son robinet de décharge 2. Les choses étant ainsi disposées, et le réservoir G ainsi que le régulateur F étant remplis, on ouvre le robinet 4 qui verse dans l'entonnoir I du réfrigérant E; ce vase étant plein et d'ailleurs parfaitement clos de toutes parts, le liquide s'élève par le tube K, qui vient se décharger dans la partie supérieure du condensateur D, et le remplit en totalité. Le trop-plein s'écoule par le tube L, dans la colonne distillatoire B. La disposition intérieure de cette colonne est telle, que le liquide tombe en forme de cascade sur une série de plateaux qui se trouvent fixés sur un axe commun. Il parvient ainsi, de proche en proche, jusqu'à la chaudière A', et l'on est averti de son arrivée par l'élévation du niveau dans le tube indicateur *b'*; alors on ferme le robinet 4 du régulateur, et l'on allume le feu sous la chaudière A.

Avant de décrire la marche de cet ingénieux procédé, nous allons indiquer brièvement la construction de chacune des pièces qui entrent dans la composition de l'appareil. Déjà nous venons de dire, autant qu'il nous a été permis de le faire, en quoi consistait la construction de l'intérieur de la colonne (1),

(1) M. Derosne emploie indifféremment pour ces colonnes deux systèmes de cascade; dans l'un les vapeurs ascendantes sont forcées, à chaque dia-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et nous devons ajouter que les douilles figurées en *f f*, sont de simples ouvertures destinées à faciliter le nettoyage intérieur de la colonne, qui doivent être fermées avec des bondons entourés de filasse, pendant tout le cours de l'opération.

Le rectificateur C est absolument composé de la même manière que le reste de la colonne dont il fait partie; il ne reçoit point le liquide réfrigérant du condensateur, mais bien celui qui se produit dans les premières hélices, et il leur transmet et échange ses vapeurs et une partie de celles qu'il reçoit de la colonne.

Le condensateur D est un cylindre en cuivre qui contient un serpentin à hélices verticales, qui communiquent individuellement, au moyen des tubes *a*, *b*, *c*, *d*, etc., à un canal commun MN, incliné de manière à pouvoir écouler le produit total dans le tuyau O qui conduit au réfrigérant; mais ce canal MN est annexé à des tubes *p*, *q*, *r*, *s*, qui permettent le rappel dans le rectificateur des portions condensées dans les hélices. Ce rappel peut être rendu total ou partiel, à l'aide des robinets 5, 6, 7, 8. La capacité intérieure de ce vase est divisée en deux parties inégales D′, D″, au moyen d'un diaphragme ST, au bas duquel on a ménagé une ouverture de communication entre ces deux parties. Cette disposition est établie dans la double intention d'envelopper les premières hélices d'un liquide assez chaud pour ne permettre que la condensation des vapeurs les plus aqueuses, et de ne déverser dans la colonne qu'un liquide presque bouillant. En effet, le vin arrive par le tube K dans la capacité D′, où il s'échauffe modérément et également, au moyen d'une précaution particulière; de là il s'écoule par l'ouverture inférieure du diaphragme dans la partie D″, où il prend une plus grande élévation de température; et comme les parties les plus échauffées, spécifiquement plus légères que les

---

phragme, de traverser une petite couche de liquide, et elles subissent par conséquent une légère pression. Dans l'autre, la chute d'un plateau à l'autre se fait sous forme de pluie, et les vapeurs n'ont aucune pression à supporter. M. Derosne n'a reconnu aucun motif de préférence à l'un de ces systèmes sur l'autre pour la distillation ordinaire; mais la construction du deuxième rend le nettoyage plus facile; et c'est un grand avantage dans quelques cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tres, viennent occuper la partie supérieure de cette capacité, il s'ensuit que ce sont toujours celles-là qui affluent dans la colonne.

Quant au réfrigérant E, il n'offre rien de particulier; c'est un serpentin ordinaire, entièrement renfermé dans un cylindre ou manchon en cuivre.

Supposons maintenant qu'on allume le feu sous la chaudière A, et voyons ce qui va succéder dans chacune des parties. Il est clair, d'abord, qu'aussitôt que le vin bouillira dans cette première chaudière, les vapeurs iront, au moyen du tube de communication P qui plonge dans le liquide même, se condenser dans la chaudière A', qui ne tardera pas elle-même à entrer en ébullition, parce qu'elle reçoit en outre l'excédant de la chaleur du fourneau. La vapeur qui sort de A' n'a d'autre issue que la colonne; elle y pénètre donc, échauffe le liquide qu'elle trouve sur son passage, se condense en partie, tandis que le reste parvient aux régions supérieures, puis au rectificateur, de là dans le condensateur, et enfin dans le réfrigérant, si elles n'ont pu être coercées précédemment. Lorsque l'appareil est en pleine activité, et que les robinets 1, 2, 3 sont ouverts, ce qui doit être fait aussitôt que le condensateur D est assez chaud pour qu'on n'y puisse plus tenir la main, époque à laquelle la distillation continue commence, le vin du réfrigérant devient tiède à la partie supérieure, puis il s'échauffe plus fortement à mesure qu'il parcourt les deux divisions du condensateur, et il finit par tomber presque bouillant par le tuyau L dans la colonne B, où il se trouve en contact immédiat avec les vapeurs qui montent de la chaudière. Le nouveau degré de température qu'il y reçoit le fait se dépouiller pendant sa chute des vapeurs alcooliques qu'il contient, et il entraîne avec lui la portion des vapeurs aqueuses qui se sont condensées par le refroidissement qu'il a produit; et lorsque l'opération est bien réglée, le liquide qui arrive dans la chaudière A' ne contient plus du tout d'alcool; mais comme il se peut qu'on fasse, par négligence, descendre le vin trop précipitamment, alors il achève de se dépouiller par l'ébullition, soit dans la chaudière A', soit dans la chau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dière A, et c'est là, pour le dire en passant, ce qui consti peut-être le principal et unique avantage de celle-ci.

Observons actuellement que ce qui arrive dans la premi colonne B se répète dans le rectificateur qui est au-dessus, qu'à mesure que les vapeurs montent davantage, elles devie nent d'autant plus riches en alcool, et cela par la raison to simple que l'abaissement successif de température qu'elles bissent, détermine sans cesse la condensation d'une portion vapeurs aqueuses qu'elles renferment; et comme de leur les vapeurs aqueuses, en se condensant, échauffent assez liquide alcoolique qu'elles rencontrent pendant leur ascens pour produire la volatilisation de cet alcool, il s'ensuit les vapeurs vont toujours en se dépouillant de leur eau, e s'enrichissant de l'alcool contenu dans le liquide qu'elles r contrent. Les vapeurs une fois parvenues dans le condensate l'eau et l'alcool ne peuvent plus faire entre eux cet échange calorique qui s'effectuait dans le rectificateur; mais comm par la disposition des choses, les premières hélices que ces peurs parcourent, sont environnées d'un liquide plus cha que celui qui enveloppe les hélices suivantes, il en résulte enco que, chemin faisant, elles font toujours des progrès vers u plus grande rectification, en telle sorte que les vapeurs qui a vent intactes jusqu'au tube P, ne peuvent être que de l'alcool t déflegmé, puisqu'elles ont résisté à une moindre température et en effet, il en est ainsi lorsqu'on a eu la précaution d'ouvrir robinets 5, 6, 7, 8, pour déterminer le retour dans le recti cateur des produits condensés dans les hélices. On conçoit si, au lieu d'ouvrir tous ces robinets, on n'ouvre que ceux communiquent avec les premières hélices, alors leur produ qui est le plus aqueux, retournera seul dans le rectificateur, tandis que l'autre s'écoulera dans le réfrigérant, et ira s'ajoute au résultat de la condensation des vapeurs les plus alcooliqu qui y parviennent. On peut donc à volonté, au moyen de condensateur, obtenir de l'alcool à tous les degrés, avec plus de facilité même que dans l'appareil d'Édouard Adam, et l'on voit qu'il supplée parfaitement à cette série de vases, dont il présente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tous les avantages sans en avoir les inconvéniens. L'expérience a démontré qu'en général, pour obtenir le degré $\frac{3}{8}$ du commerce, 33° de l'aréomètre (1), il fallait fermer les robinets 5, 6, 7, et laisser le n° 8 ouvert seul; mais on peut atteindre à un degré plus fort en diminuant la température du condensateur, et en laissant tous les robinets ouverts. Il est toujours convenable, dans le principe de l'opération, de chasser une certaine quantité de vapeurs, afin de laver les conduits et entraîner toutes les portions qui, par leur séjour, pourraient avoir contracté un mauvais goût, et de ne commencer à recueillir que quand le produit en est débarrassé.

Il est à remarquer que deux causes principales contribuent à donner une mauvaise saveur aux esprits. Il se développe, pendant la fermentation de la plupart des substances sucrées, une certaine quantité d'une huile essentielle d'un goût plus ou moins désagréable. Peut-être même, et cela est assez probable, cette huile essentielle est-elle toute formée, et seulement mise à nu pendant l'acte de la fermentation. Quoi qu'il en soit, il se forme une combinaison composée d'alcool, d'acide acétique (qui accompagne toujours les liqueurs vineuses), quelquefois d'acide nitreux et d'une petite portion de cette huile essentielle dont nous venons de faire mention. Ce produit éthéré est très volatil; il accompagne les premières vapeurs, et c'est une raison de plus pour ne pas les recueillir, ou du moins pour ne pas les confondre avec les autres produits. La seconde cause dépend encore d'une autre portion de cette même huile essentielle, mais isolée et non plus combinée, ainsi que dans le cas précédent; et comme par sa nature particulière elle est moins volatile que l'alcool, ces portions n'accompagnent que les dernières vapeurs, et c'est là le grave inconvénient qu'on éprouve en recueillant des produits trop faibles; car non-seulement ces petites eaux sont d'un goût détestable, mais elles infectent tous les conduits qu'elles

(1) Ce degré correspond à 83° de l'alcoolomètre centésimal de M. Gay-Lussac; on trouve ce nouvel instrument à mon dépôt de produits chimiques, rue des Fossés-Saint-Germain-l'Auxerrois, n° 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parcourent, et l'on éprouve beaucoup de difficultés à en faire disparaître les dernières traces. Ces explications suffisent pour démontrer que le système de continuité ne peut pas s'appliquer à la rectification, puisqu'il n'y aurait plus assez d'eau pour condenser les vapeurs, et que d'ailleurs ces premières et ces dernières portions, qu'on a besoin de séparer, se trouveraient nécessairement confondues dans ce mode d'opérer, à moins cependant qu'on n'étende la liqueur à rectifier, d'une assez grande quantité d'eau pour qu'elle ne soit pas plus riche en alcool que le vin le plus généreux, c'est-à-dire qu'elle contienne $\frac{1}{5}$ environ de son volume d'eau-de-vie à 22°.

L'appareil de M. Derosne peut s'appliquer très facilement à la rectification sans continuité; il suffit, pour cela, de remplir le réservoir, le réfrigérant et le condensateur, avec de l'eau au lieu de vin, et de déluter le tube L, qui servira alors à déverser l'eau la plus chaude à mesure qu'elle y parviendra.

Je pourrais ajouter à ce qui précède, beaucoup de détails pratiques essentiels pour l'opérateur (1), mais qu'il n'entre point dans mon plan de donner. J'ai moins cherché à faire connaître la manipulation de cet appareil, qu'à en faire concevoir le mécanisme; et si j'ai réussi, je dois à la vérité de dire que j'en suis redevable à l'obligeance de M. Derosne, qui m'a donné à cet égard tous les renseignemens que j'ai pu désirer.

Il nous reste, pour terminer cette description, à indiquer l'usage de quelques pièces de l'appareil dont nous n'avons pas fait mention. Le robinet n° 9 sert à vider complètement le condensateur, lorsqu'il est nécessaire de le nettoyer.

Les ouvertures U, V, X sont également destinées à faciliter le nettoyage de cette même pièce.

Les tubes y, z sont des indicateurs en verre qui servent à apprécier la marche de l'opération, et à reconnaître si le liquide n'affine pas en trop grande quantité dans la colonne, et si

(1) M. Ch. Derosne, propriétaire du brevet d'invention de cet appareil, auquel il a ajouté de nombreux perfectionnemens, délivre à ses commettans une instruction détaillée où tous ces renseignemens se trouvent indiqués.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est pas nécessaire d'en modérer la chute, en fermant un peu plus le robinet n° 4, ou bien s'il faut au contraire en augmenter l'arrivée et ralentir le feu trop vif, en poussant le registre adapté à la cheminée. Ce sont ces moyens dont l'opérateur dispose à son gré pour régler l'opération.

Nous devons nous occuper maintenant de l'autre espèce d'appareil distillatoire ; celui-ci est plus particulièrement applicable aux travaux en petit, et il se compose en général d'une cornue, d'un récipient ou ballon, et d'un vase intermédiaire, auquel on donne le nom d'*alonge*. La cornue est en verre, en grès, en porcelaine, en fonte, ou en platine, suivant le degré de température qu'elle doit subir, suivant aussi la nature des substances qu'on se propose de traiter. On revêt habituellement les cornues de grès, et quelquefois celles de porcelaine, d'un enduit qui les préserve des premières impressions de la chaleur : c'est ce qu'on nomme *chemiser* une cornue. (*V.* Lut.)

Les cornues de verre sont principalement destinées à la distillation des liquides acides, qui ne peuvent être mis en contact avec les vases métalliques; elles sont ordinairement munies, surtout lorsqu'elles ont une grande capacité, d'une tubulure située à la partie supérieure de la voûte, afin de pouvoir les remplir facilement sur place. Cette introduction des liquides se fait, soit d'une seule fois et à l'aide d'un entonnoir, soit à diverses reprises, au moyen d'un tube en S qu'on adapte à la tubulure, et qui sert en même temps de tube de sûreté. (*V.* Pl. 21, fig. 3.)

Les cornues de porcelaine servent plutôt à la réduction de quelques oxides très réfractaires, et au traitement de certains corps qui exigent une très haute température, qu'à de véritables distillations; et, en général, on n'a recours aux cornues de fonte que par des raisons d'économie. Maintenant, pour le travail en grand, on substitue à ces dernières, dans beaucoup de circonstances, de simples cylindres de fonte, munis d'obturateurs et de tubes, tel qu'on l'a indiqué et décrit aux articles Acide nitrique, Acide muriatique.

On emploie aussi, mais dans un petit nombre de cas, les cornues de platine; elles seraient, sans aucun doute, beaucoup

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus usitées, si le prix excessif de ce métal ne s'y oppos
On s'en sert principalement pour la concentration de l'A
SULFURIQUE (*V.* ce mot). On en retire encore de grands av
tages pour les expériences de recherches. Il est un si p
nombre d'agens qui aient prise sur ce métal, qu'il offre,
une infinité de cas, de précieuses ressources pour le traitem
de certains corps qui sont susceptibles d'attaquer la plupart
autres; tel est, par exemple, l'acide fluorique.

Après avoir fait connaître les différens vases employés
distillation, nous dirons quelles dispositions générales on
donne pour procéder à cette opération; et pour éviter de
longs détails, nous ne ferons mention que de la manière
monter un appareil en verre d'une assez grande capacité,
autres n'offrant pour ainsi dire aucune difficulté.

Lorsque tous les vases qui doivent faire partie de l'appa
sont bien appropriés et égouttés, que le fourneau est dis
convenablement, on introduit dans la marmite de fonte un
de sable passé au tamis, pour le séparer des graviers q
pourrait contenir; autrement on s'exposerait à faire briser
cornue par le seul poids du liquide, qui en comprimera
fortement les parois contre ces graviers. Il est nécessaire
lement qu'il n'y en ait d'abord que pour couvrir le fond,
que la couche en soit assez mince pour que la chaleur atteig
la cornue facilement; deux à trois lignes d'épaisseur suffise
On place ensuite la cornue, puis on l'environne de linge,
l'on y adapte l'alonge et le ballon, au moyen de bouchons
ont été préparés d'avance (*V.* APPAREIL). Ce dernier vas
place habituellement dans un baquet, au fond duquel on
disposé un rond de paille pour le recevoir; on passe ensu
deux petites cordes autour de la tubulure, on les croise,
on fixe leurs extrémités à des clous solidement implantés s
les bords du baquet. On empêche ainsi que le ballon puis
être soulevé par l'eau qui sert à le rafraîchir. Quand l'appar
est ce qu'on appelle *dressé* et bien situé dans la position qu
doit conserver, alors on emplit de sable la marmite de fonte
et si le fourneau n'est pas assez profond, on ajoute une haus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en tôle, pour garnir de sable la cornue jusqu'à sa tubulure, s'il est possible, afin de la garantir, lorsqu'elle est échauffée, des impressions de l'air extérieur, et empêcher que les vapeurs puissent se condenser avant d'avoir atteint le col; autrement le produit retombe dans le liquide, et la distillation ne fait pas de progrès. Ces mêmes motifs déterminent aussi à couvrir entièrement la partie supérieure et le col de la cornue, avec plusieurs doubles d'étoffe. Lorsque les choses en sont à ce point, on introduit dans la cornue les substances qu'on doit traiter, puis on bouche sa tubulure avec un simple bouchon de liége ou de cristal, si l'on n'a rien à ajouter dans ce vase pendant le cours de l'opération, et si l'on n'a point à craindre qu'il y ait d'absorption; dans le cas contraire on adapte à cette tubulure un tube en S. On lute ensuite toutes les jointures, et l'on recouvre le lut avec du papier collé. Il faut encore observer qu'on doit adapter à la tubulure du ballon, soit un tube droit pour élever les gaz incoercibles et en préserver l'opérateur; soit un siphon, dont la plus courte branche plonge jusqu'au fond du ballon, ce qui permet de fractionner les produits sans démonter l'appareil. La raison en est facile à concevoir; il arrive de temps à autre quelques bouffées de vapeurs qui, avant d'être condensées, exercent une pression instantanée sur le liquide, et le font passer dans un récipient qu'on met sous l'extrémité opposée du siphon. Enfin, lorsque cela est nécessaire, on ajoute un tube à courbure parallèle, pour mettre le ballon en communication avec des flacons de Woulf.

Il est bon de laisser sécher les luts avant de mettre le feu sous l'appareil, et ce n'est ordinairement que le lendemain qu'on procède à la distillation. On commence par un feu très doux, et l'on monte graduellement jusqu'à ce que l'ébullition se manifeste; arrivé là, on est souvent obligé de retirer tout le combustible, dans la crainte que l'ébullition ne devienne trop tumultueuse, puis on le maintient au degré nécessaire, et l'on a soin de rafraîchir le ballon au moyen d'un courant d'eau; mais il est bien essentiel de ne pas le faire tomber immédiatement sur la tubulure, parce que le verre est beaucoup

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus épais en cet endroit, et que les transitions brusques de température peuvent le faire éclater. On a donc soin que le ballon ne soit plongé que jusqu'à quelques lignes de distance de la tubulure, et de ne faire arriver l'eau froide que par la partie inférieure du baquet, au moyen d'un tuyau perpendiculaire. L'excès est évacué par un *trop-plein* situé à la partie supérieure du baquet.

Lorsque la distillation est poussée au point convenable, on laisse refroidir; et si le résidu est liquide, on peut vider la cornue et la recharger sans démonter l'appareil. Pour cela, on enlève d'abord le produit contenu dans le ballon, en soufflant par la tubulure de la cornue, puis on adapte à cette tubulure, au moyen d'un bouchon muni de deux trous, un siphon dont la petite branche plonge dans la cornue, et un petit tube courbé à angle droit qui sert à souffler dans l'intérieur (*V.* Pl. fig. 4); on a en outre le soin de boucher très exactement le ballon, dont on a enlevé le siphon; puis, par une forte insufflation par le petit tube, on fait monter le liquide dans le siphon de la cornue, et celle-ci se vide d'elle-même; on la remplit ensuite de nouveau, et après avoir rétabli le tout dans l'état primitif, on recommence la distillation. C'est ainsi que cela se pratique pour l'éther, quand on veut en faire plusieurs venues de suite.

Nous jetterons maintenant un coup d'œil rapide sur les différents modes de distillation, considérés sous le point de vue de l'application de la chaleur.

La distillation à feu nu jouit de l'avantage d'une plus grande promptitude dans sa marche; mais elle offre, dans beaucoup de cas, l'inconvénient d'altérer les produits d'une manière plus ou moins sensible; et cela tient, en général, à l'inégale répartition de la chaleur. Il arrive fréquemment que le liquide se dessèche et se brûle sur les bords supérieurs de la chaudière, ou bien que quelques débris solides des corps soumis à la distillation, viennent s'appliquer sur les parois, et faciliter en un point l'accumulation de la chaleur, en interrompant la communication avec le liquide qui en modérait l'élévation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'emploi du BAIN-MARIE (*V.* ce mot) permet d'éviter cette action destructive de la chaleur, et il serait toujours avantageux, pour la qualité des produits, d'y avoir recours; mais à moins que le point d'ébullition du corps qu'on veut distiller ne soit inférieur et d'une quantité notable à celui qui sert de bain-marie, la transmission du calorique, toujours lente, est insuffisante pour déterminer dans la cucurbite une ébullition décidée, et la distillation marche si difficilement, qu'il devient extrêmement dispendieux de la pousser à bout; aussi s'en sert-on bien rarement dans les travaux en grand. On a conseillé, dans quelques circonstances, d'employer des solutions salines ou autres liquides, tels que l'huile, etc., pour servir de bain-marie, afin de produire un degré de température supérieur à celui du liquide à distiller; mais une des qualités essentielles du bain-marie ordinaire, c'est de maintenir, pendant tout le temps de son ébullition, un degré constant de chaleur, et l'on est souvent fort éloigné d'obtenir ce résultat par les moyens que je viens d'indiquer, parce que ces corps se concentrent de plus en plus, ou changent de nature, et leur point d'ébullition varie singulièrement. Il est cependant avantageux, dans certains cas, d'y avoir recours, parce qu'on est certain, du moins, qu'on n'excédera pas un degré donné de chaleur, et que la température sera toujours uniforme dans tous les points.

Le bain de sable offre à peu près les mêmes inconvéniens que la distillation à feu nu; mais il est nécessaire de s'en servir lorsqu'on doit employer des vases de verre, surtout s'ils sont d'une certaine dimension, car autrement il deviendrait très difficile de garantir la cornue des impressions de l'air extérieur, et d'en prévenir la rupture par les variations de température auxquelles elle se trouverait exposée. Le sable a de plus l'avantage de donner de la stabilité à la cornue, ce qui est bien essentiel; car il arrive souvent, quand on distille à feu nu, qu'un soubresaut produit par une ébullition brusque, la soulève, et qu'elle se brise en retombant sur le support. Enfin, le vase en fonte qui contient le sable offre, en cas d'accident, une garantie à l'opérateur, en prévenant l'irruption immédiate du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liquide dans le foyer. Nous avons indiqué les précautions à prendre pour la disposition d'un bain de sable, en traitant de la distillation à la cornue.

Depuis quelques années, on a beaucoup recommandé la distillation à la vapeur pour certaines substances sèches, et surtout pour celles qui sont aromatiques. On obtient en effet, par ce moyen, des produits beaucoup plus suaves, par cela même qu'ils sont exempts d'empyreume. Voici comment on y procède. On substitue au bain-marie de l'alambic ordinaire, un vase de même forme, mais bien moins profond, et dont toute la partie qui plonge dans l'intérieur de la cucurbite, est faite en toile métallique plus ou moins serrée. On met de l'eau dans la cucurbite, mais de manière à ce qu'elle ne puisse atteindre le fond du vase supérieur dans lequel on place le corps à distiller, et l'on dispose ensuite l'alambic comme de coutume. On voit qu'en procédant ainsi, la substance qui est l'objet de l'opération n'est jamais atteinte que par la vapeur de l'eau, et qu'elle ne peut par conséquent ni se déposer au fond, ni s'appliquer sur les parois latérales de la cucurbite, ce qui prévient toute espèce de détérioration. Cette méthode réunit à la fois les avantages de la distillation au bain-marie, et ceux de la distillation à feu nu, car elle marche tout aussi rapidement. Ainsi, nul doute qu'elle ne soit sous peu généralement adoptée pour les cas que nous avons cités.

Il nous reste maintenant à examiner la distillation sous le point de vue de la pression qu'on peut faire supporter à la vapeur.

Déjà à l'article Digesteur nous avons indiqué les avantages qui résultent, dans certains cas, d'un accroissement déterminé de pression pour la distillation de quelques substances particulières. Nous avons fait voir également qu'en retardant par ce moyen le point d'ébullition de véhicules très volatils, on retardait d'autant leur réaction sur les corps soumis à leur contact. Il est donc bien évident que cette méthode a aussi un degré d'utilité.

Si l'on pouvait trouver des moyens simples et peu dispendieux pour soustraire de l'intérieur des appareils de distillation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la pression atmosphérique, du moins en partie, on y trouverait le grand avantage de déterminer la volatilisation à une température d'autant plus basse que la pression serait moindre ; on éviterait ainsi l'altération, si préjudiciable, qu'occasionne souvent la chaleur. Mais les procédés qui ont été proposés jusqu'alors, entraînent dans plus de frais que ne le comportent les améliorations qu'ils procurent. Smithson Tennant a fait connaître, en 1814 (Ann. de Chimie, T. 93), un appareil avec lequel on double presque le produit de la distillation. Ce chimiste fait plonger le serpentin d'un alambic ordinaire dans un vase qu'on peut clore exactement au moyen de robinets, et qu'on remplit aussi de la liqueur à distiller. Ce vase porte lui-même une douille comme le chapiteau de l'alambic, et les vapeurs qui se dégagent par son issue vont, après s'être condensées dans un réfrigérant, se réunir dans un récipient également clos (*V.* Pl. 21, fig. 5). On chauffe ces deux alambics en même temps, mais on a soin que le feu soit un peu plus vif sous le deuxième. Lorsque celui-ci est assez échauffé pour que la vapeur sorte à plein jet par le robinet supérieur, qu'on a tenu ouvert, alors on ferme ce robinet, on retire le feu et l'on enveloppe ce vase d'une flanelle, puis on continue de chauffer le premier. On conçoit que, dans ce cas, la liqueur du deuxième alambic peut être facilement entretenue bouillante par la seule condensation des vapeurs qui traversent le serpentin, parce qu'au moyen du vide produit, l'ébullition sera déterminée à une température fort inférieure au degré ordinaire.

Howard a également appliqué cette méthode, non pas à la distillation, mais à la concentration des liquides. La description sera donnée à l'article Sucre ou Sirop.

Quelquefois on a recours à la distillation dans le vide pour les expériences de recherches, lorsqu'il s'agit par exemple de déterminer si une substance volatile n'est pas le résultat d'une altération produite par l'action de la chaleur même; c'est ainsi que M. Gay-Lussac est parvenu à démontrer que l'alcool était tout formé dans le vin, et non pas produit par l'acte même de l'ébullition, comme Fabroni l'avait prétendu.

On se sert encore de ce mode de distillation lorsqu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veut être certain de n'occasionner dans les substances qu'on soumet, aucune modification par le contact de l'air. L'appareil qu'on emploie pour cet objet est composé d'une cornue et d'un ballon en verre, l'un et l'autre tubulés. Ces deux pièces sont réunies par leurs cols au moyen d'un ajutage en cuivre, et leurs tubulures sont munies de robinets également en cuivre. Ces deux robinets étant ouverts, on met celui du ballon en communication avec le récipient d'une machine pneumatique à l'aide d'un tube étiré en plomb; puis on introduit dans la cornue le liquide à distiller. On ferme le robinet, et l'on met aussitôt la machine pneumatique en jeu, et quand le vide est fait au point convenable, on ferme le deuxième robinet, et l'on enlève le tube de plomb. La distillation s'opère de la même, en ayant soin d'entourer le ballon d'un mélange frigorifique, froidissant. On sait, en effet, que le vide, quoique ne déterminant pas la production d'une plus grande quantité de vapeurs, en hâte néanmoins l'expansion, et que le mélange frigorifique qui environne le ballon, devra décider la condensation des vapeurs qu'il contient, reproduire le vide, et par conséquent nécessiter le développement d'une nouvelle quantité de vapeurs, qui viendront également se condenser, et ainsi successivement. Quelquefois on abrège l'opération, en soumettant la cornue à l'influence des rayons solaires, ou à l'action d'une légère chaleur. B.

DIVISER (MACHINE A) (*Arts mécaniques*). Il ne sera question ici que des machines désignées dans les ateliers sous le nom de PLATE-FORME, dont on se sert pour diviser, d'une manière exacte, les instrumens de Mathématiques, de Géodésie, de Marine, d'Astronomie, les mesures de longueur, les roues d'engrenage, etc.

Nous comprendrons encore dans ce mot la *division du travail*, ce grand véhicule de toute production industrielle.

Mais quant aux machines dont l'objet est la division de la matière, tels que les moulins, les hachoirs, les bocards, etc., elles seront expliquées chacune à leur tour, à mesure que les lettres initiales les amèneront dans le Dictionnaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a plusieurs sortes de machines à diviser; mais, en général, elles se composent d'un plateau en cuivre de forme circulaire, d'un diamètre plus ou moins grand, monté sur un axe vertical en fer, tournant librement sur un pivot et dans un collet conique fixes. Sur la surface supérieure de ce plateau, on trace plusieurs cercles concentriques, qu'on divise avec la plus exacte précision, en nombre tel qu'on puisse toujours trouver celui dont on a besoin, soit en se servant directement de ce nombre, soit en prenant ses sous-multiples. Chaque division est marquée d'un léger coup de pointeau, dans lequel s'engage la pointe d'une vis que porte une alidade ou pièce d'arrêt, au moyen de laquelle on fixe le plateau successivement à tous les points de division qu'on a à parcourir. Le bout supérieur de l'arbre vertical reçoit, dans un trou percé à son centre dans le sens de l'axe, un tasseau (on en a plusieurs de rechange pour les différens cas qui se présentent) qui fait corps avec lui, et dont une tige qui s'élève reçoit à son tour et maintient, à l'aide d'un écrou, la pièce ou la roue qu'on veut diviser ou refendre; de manière que cette pièce ou cette roue, dont le plan est parallèle à celui de la plate-forme, participe à tous les mouvemens de celle-ci.

Quand il ne s'agit que de marquer par de légères traces la division en degrés, minutes et secondes d'un limbe d'instrument, elle s'exécute avec la pointe d'un burin assujetti à se mouvoir invariablement dans un même plan vertical, suivant la direction du rayon de l'instrument: mais s'il est question de refendre des roues d'engrenage, ce travail s'opère au moyen d'une Fraise, ou d'un outil de forme convenable, qu'on fait tourner rapidement sur son axe. Les instrumens et les roues qu'on a à diviser pouvant être de dimension très différente, le porte-burin ou le porte-fraise doit pouvoir se fixer à diverses distances du centre, ce qui s'obtient à l'aide d'une vis de rappel qui le fait glisser horizontalement le long d'une forte barre métallique bien dressée, dont la longueur excède le rayon de la plus grande roue, ou modèle de roue, qu'on puisse avoir à refendre, ou seulement les dents à égaliser.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Indépendamment de cette faculté qu'a la fraise de s'éloigner ou de s'approcher du centre de l'axe de la plate-forme, il faut qu'on puisse l'incliner de côté et d'autre pour refendre les dents obliques destinées à être menées par des vis sans fin à un ou plusieurs pas; qu'elle puisse s'élever et s'abaisser pour se prêter à tous les mouvemens qu'exige le travail des engrenages d'angle, dont la Mécanique fait actuellement des applications nombreuses.

Ainsi, connaissant le nombre de divisions qu'on doit tracer sur un cercle ou à une roue, on fixe l'alidade dans la division correspondante de la plate-forme, et, l'arrêtant successivement à chacun de ses points, on fait agir à chaque fois, soit le burin, soit la fraise, jusqu'à ce que la révolution soit complète.

Il est extrêmement important, pour un atelier de construction, d'avoir une machine à diviser rigoureusement exacte, puisque les erreurs de division qu'elle pourrait contenir se répétant nécessairement dans les ouvrages qu'on exécuterait, les rendraient défectueux et même incapables de servir. On aurait donc apporter trop de soins dans la division de la plate-forme, à laquelle on doit, d'ailleurs, donner le plus grand diamètre possible, deux ou trois pieds, afin de rendre les erreurs de division, s'il y en a, moins sensibles.

Mais, bien qu'on donnât un mètre de diamètre à la plate-forme, ce qui est considérable, vu l'embarras qu'elle occasionnerait, et la difficulté d'obtenir et de bien dresser un plateau de cuivre de cette dimension parfaitement pur et exactement dressé, on ne pourrait pas former, même sur sa circonférence extrême, une division de points successifs assez distincts pour donner les degrés, les minutes, les secondes, que la limbe d'un instrument destiné aux observations astronomiques et même géodésiques, doit contenir; car la longueur développée de cette circonférence n'étant que de $3^m,142$, ne donnerait pour l'espacement de chaque degré de $\frac{1}{400}$, que 0,0078; pour une minute de 100 au degré, que 0,000078; et pour une seconde de 100 à la minute, que 0,0000078. On voit qu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aurait de commensurables que les divisions en degrés, et tout au plus en minutes de dix en dix; encore faudrait-il, pour distinguer ces dernières, le secours d'un microscope : donc la plate-forme, piquée comme nous venons de le dire, peut très bien suffire aux horlogers, aux mécaniciens, qui n'ont à faire que des divisions de roues, qui ne dépassent guère deux à trois cents; mais les constructeurs d'instrumens de Mathématiques, d'Astronomie, etc., ont besoin d'une machine à diviser, au moyen de laquelle ils puissent, tout en conservant une extrême précision, porter la division beaucoup plus loin.

A cet effet, au lieu de piquer ces divisions sur la surface de la plate-forme, on applique tangentiellement contre son bord, une vis sans fin à pas angulaires et fins, qui entrent dans des pas analogues formés sur tout le contour du plateau. Cette vis étant maintenue entre deux poupées fixes et tournant sur elle-même toujours dans le même sens, imprime un mouvement de rotation continu à la plate-forme, qui se trouve avoir fait une révolution quand la vis en a fait autant que son pas est contenu de fois dans le contour du plateau. L'axe prolongé de la vis est muni d'un barillet à arrêt, qu'on fait agir avec une pédale, laquelle en descendant communique, au moyen d'une corde à boyau, un mouvement de rotation à la vis, mais qui, en remontant, la laisse en repos; et comme on peut à volonté lui faire faire un ou plusieurs tours entiers, ou des fractions de tours, il en résulte qu'on est maître de produire dans la plate-forme, pour chaque temps d'arrêt, un mouvement angulaire constamment égal, tant que la machine reste réglée au même point, aussi petit qu'on peut le désirer, pourvu que la somme de ces mouvemens soit en définitive une partie aliquote du nombre de filets contenus dans le contour du plateau. Ainsi, par cette combinaison, on peut tracer sur le limbe d'un instrument, pourvu qu'il ait trois ou quatre décimètres de diamètre, des divisions correspondantes non-seulement aux degrés, mais encore aux minutes, secondes, etc. L'instrument à diviser est placé bien concentriquement sur les rayons mêmes de la plate-forme où il est fixé avec un écrou et du mastic. Le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

burin se manœuvre à la main pour chaque division, comme nous l'avons déjà expliqué, en faisant mouvoir sa pointe dans le sens du rayon.

C'est à Ramsden, savant et habile constructeur anglais, que l'on doit la composition de cette machine. Le Conservatoire royal des Arts et Métiers de Paris en possède une petite et une grande. Le général Andréossi, pendant son séjour à Londres après la paix d'Amiens, fit l'acquisition de la dernière, dont la construction est extrêmement soignée. Plusieurs de nos ingénieurs en instrumens l'ont imitée, et y ont même ajouté des perfectionnemens qui en facilitent l'usage. Par exemple, on sait combien il est difficile de remettre exactement au centre une pièce retirée du tour. C'est l'inconvénient qu'on éprouve dans la machine de Ramsden et dans toutes les autres plates-formes. M. Gambay y a remédié complètement et d'une manière fort ingénieuse. Nous allons tâcher d'en donner une idée.

Au lieu d'une seule vis sans fin pour conduire la plate-forme, il en a mis quatre en face l'une de l'autre, qui se commandent par des roues d'engrenage. Cette disposition lui permet de supprimer, pendant le temps du travail, le collet supérieur de l'axe, qui se trouve remplacé par ces quatre vis entre lesquelles la plate-forme est abandonnée. Cette disposition rend le mouvement de la machine plus léger. Alors, ma quant sur ses rayons, le mieux au centre possible, l'instrument à diviser, il place au-dessus une espèce de règle assujettie par un de ses bords, au centre même de l'instrument, tandis que la maintient, par ses deux extrémités, dans une position horizontale à l'aide de deux attaches de longueur égale, qui vont horizontalement aboutir à deux petites colonnes, que des ressorts maintiennent dans une situation verticale. Le porte-burin, fixé sur un des bouts de la règle, et opère les divisions sur le limbe de l'instrument, par le simple mouvement d'un petit levier, qu'on soulève à chaque changement de division de la plate-forme, sans avoir à s'inquiéter de son travail, le mouvement du burin étant réglé par une espèce de compteur, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fait tracer, quand il le faut, les grandes, les moyennes et petites lignes, correspondantes aux diverses sortes de divisions.

Nous ferons remarquer que le burin, étant assujetti à la règle qui tient au centre du cercle qu'on divise, ne peut pas varier de position par rapport à ce centre; il ne peut pas varier non plus dans le sens transversal, étant maintenu dans le plan vertical et fixe qui passe par le centre de l'instrument. On peut donc, avec cette disposition, obtenir une division extrêmement exacte, sans que pour cela on ait besoin d'une coïncidence parfaite des centres de l'instrument et de la plate-forme.

Si l'on avait à refendre des roues d'engrenage en hélice, du système de James White, il faudrait ajouter aux plates-formes ordinaires, un mécanisme qui donnerait au plateau un mouvement angulaire d'une certaine amplitude, pendant qu'une fraise, d'un très petit diamètre, creuserait le vide des dents.

On trouve, dans le Bulletin de la Société d'encouragement du mois de juin 1824, un moyen imaginé par M. Castille, horloger à Paris, pour obtenir, avec les divisions qu'une plate-forme porte, celles qu'elle ne contient pas.

L'alidade à l'aide de laquelle on fixe la plate-forme successivement à tous les points de division, porte, à son autre extrémité, une vis et un écrou à collet, qui permet de faire varier la longueur de la partie qui arrête la plate-forme, et qui produit dans celle-ci un mouvement angulaire, qui a pour objet de modifier la forme de certaines dents de roue, ou de partir d'un point déterminé.

C'est en plaçant sur l'écrou de l'alidade deux cercles gradués, dont les divisions passent sous un index fixe, que la machine acquiert la propriété de pouvoir diviser une roue en un nombre que la plate-forme ne contient pas, par un autre qui s'y trouve; comme, par exemple, s'il s'agissait de refendre une roue en 61, en se servant du nombre 60. Il est évident que chacune de ces divisions est trop grande de $\frac{1}{61}$, et qu'à chaque changement il faudra faire rétrograder d'autant la plate-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forme, ce qui s'obtient par le moyen de l'écrou de l'ali... gradué convenablement.

Si la roue à refendre devait porter un nombre premier... que 3, 5, 7, 11, 13, etc., on choisira sur la plate-forme ... qui en approchera le plus, soit en plus, soit en moins. Al... pour connaître la quantité dont on doit faire tourner l'é... de l'alidade, soit dans un sens, soit dans un autre, pour op... la correction à faire chaque fois qu'on change de division... cherchera d'abord le nombre de divisions de l'écrou qu... varier la plate-forme d'une quantité égale à une des divi... A cet effet, on fera une fente à la roue, et puis on cha... la plate-forme d'une division; cela fait, on tournera l'é... de l'alidade de manière à ramener l'entaille faite à sa pre... position, en face de la fraise, pour que celle-ci y rentre l... ment. Le nombre des divisions de l'écrou qui aura passé ... l'index pendant cette opération, sera celui qui corresp... à une division de la plate-forme.

Soit a ce nombre, b celui de la roue à fendre, c le nom... choisi sur la plate-forme. Le nombre de division dont l'écr... de l'alidade devra tourner pour opérer la correction à fa... à chaque division de la plate-forme, sera exprimé p... $\frac{a}{b} \times (b - c)$. Si b est plus grand que c, la rectification se ... en rétrogradant; mais si au contraire c est plus grand que ... elle aura lieu en avançant.

On sent que pour faire usage de cette méthode vrai... principe, et ne pas commettre d'erreur, il faut y apporter ... soin extrême. On ne pourrait même s'en servir que dans ... cas où la division n'exige pas une précision mathématique ... surplus, les plates-formes ordinaires portent un grand nomb... de divisions qui satisfont en général, soit directement, soit p... leurs facteurs, à la plupart des besoins.

La division en ligne droite, comme les mesures de longueu... peut se faire avec une plate-forme ordinaire, en transformant ... le mouvement de rotation en mouvement rectiligne, au moyen ... d'un pignon ou d'une crémaillère, ou de toute autre combi...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naison mécanique, pourvu que la transmission du mouvement de l'un à l'autre soit exacte ; mais ordinairement cette division se fait par une vis sans fin, qui donne le mouvement progressif à la pièce à diviser, comme dans la machine de Ramsden, et la division s'exécute par un burin qui joue à chaque point de repos. Les mesures les plus usuelles, comme les pieds, les doubles décimètres en bois, d'abord taillées, coupées de longueur, sont ensuite divisées par des matrices fixées à un balancier, sans faire intervenir autre chose qu'une pression modérée. Les divisions sont rendues sensibles par un peu de noir de fumée ou d'ivoire, qu'on y fait entrer en frottant dessus avec un linge.

Le compas à pointes est aussi une machine à diviser, dont on se sert très fréquemment dans les ateliers, soit pour diviser des lignes droites ou courbes en parties égales, soit pour tracer des polygones réguliers ou autres figures.

Division du travail dans les manufactures. La division du travail dans les manufactures consiste à distribuer un seul ouvrage en un grand nombre de branches, qui deviennent des métiers séparés, exercés par autant d'ouvriers distincts. Son effet est d'accroître prodigieusement la puissance productrice du travail. Prenons pour exemple une manufacture dont l'objet paraît peu important, mais qui a mérité plus d'une fois qu'on en remarquât les détails avec une sorte d'admiration ; c'est de la fabrication des épingles dont il s'agit. Un ouvrier, avec tous les efforts de son industrie, ne parviendrait pas sûrement à fabriquer au-delà de vingt épingles par jour : mais, d'après les principes de la division du travail, non-seulement l'art de l'épinglier est un métier particulier, mais il se distribue encore en dix-huit opérations, dont chacune devient la tâche et le métier d'un ouvrier. Dans quelques manufactures, ces dix-huit opérations sont presque toutes exécutées par autant de mains différentes ; cependant, d'autres manufactures les réduisent à dix hommes, dont quelques-uns, par conséquent, s'occupent de deux ou trois manipulations particulières. Leur travail commun est de douze livres d'épingles de moyenne grandeur par jour. Or, une livre en contient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

environ 4000. Le produit du travail des dix hommes est de de 48,000 épingles par jour, ce qui fait pour chacun 4,800.

Nous avons vu qu'un ouvrier qui voudrait à lui seul confectionner les épingles, n'en produirait pas au-delà de vingt par jour; la différence est donc énormément à l'avantage de la division du travail. Il en est de même dans d'autres genres d'Arts et de manufactures.

Ce grand accroissement dans la quantité de produits, qui par suite de la division du travail, ou obtient d'un petit nombre de mains, est dû à trois circonstances différentes :

1°. A une plus grande dextérité de l'ouvrier, qui doit faire mieux et plus promptement une simple opération dont il a contracté l'habitude, et qui est la seule occupation de sa vie ;

2°. A l'épargne du temps que l'on perd ordinairement en passant d'un ouvrage à un autre ;

3°. A l'invention d'un grand nombre de machines, qui peuvent alors exécuter diverses divisions de travail, étant réduites à des mouvemens simples. On pourrait ajouter encore que chaque ouvrier, étant tenu de fournir sa part de travail à des intervalles marqués, ne pourrait s'arrêter sans suspendre l'activité de tous les autres. C'est comme des hommes marchant de file et au pas; le désaccord d'un seul arrête tout.

Ainsi, la division du travail multiplie non-seulement les productions, mais encore elle est la cause de leur perfection, parce que chaque ouvrier exécutant par habitude, et pour ainsi dire par instinct, sa tâche, il ne pourrait même pas la mal faire; et puis il a à craindre que les ouvriers qui viennent après lui, ne refusent son ouvrage, ne voulant pas ajouter leur façon à un objet défectueux, qui serait dans le cas d'être mis au rebut.

En dernière analyse, on voit que, par la division du travail, les opérations des Arts se partagent en un certain nombre de fractions, que toutes sont exécutées avec facilité et promptitude, soit par des machines que dirigent des hommes, soit par des hommes même.

Si d'un côté la division du travail est le plus grand véhi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la production industrielle, de l'autre les moralistes lui reprochent de *mécaniser* les hommes, de les abrutir, en leur enlevant l'obligation de faire usage de leur intelligence, de leur raison. Sans doute, ainsi que le dit M. Lemontey, à qui nous avons emprunté quelques-unes de ces réflexions, que c'est un triste témoignage à se rendre, que de n'avoir jamais fait que la dixième partie d'une épingle, d'une aiguille. La morale publique peut avoir raison de s'effrayer de voir tant d'hommes réduits aux fonctions d'une machine; mais tel est l'état de la société aujourd'hui. Il y a nécessité pour l'économie industrielle, de ne voir et de ne peser que les résultats et les produits. E. M.

DIVISIBILITÉ de la matière. *V.* Dogmatisme.

DOCIMASIE (*Δοκιμαζω*, j'éprouve) (*Arts chimiques*). C'est l'art qui a pour objet de déterminer la nature et les proportions des élémens qui constituent une mine.

Il se bornait dans l'origine à procéder par la voie sèche, c'est-à-dire à extraire le métal seulement à l'aide de la chaleur et de quelques fondans. Mais ces moyens étaient insuffisans et même infidèles, surtout lorsqu'on agissait sur des métaux volatils, ou que les fondans absorbaient en partie. Ce dernier inconvénient devient très grave, lorsqu'il est question d'apprécier la valeur d'une mine que l'on doit exploiter à grands frais.

Bergman, dans une savante dissertation, a le premier prouvé combien la voie humide était préférable pour l'épreuve des mines, et depuis ce temps la voie sèche a été plus spécialement consacrée aux travaux métallurgiques, ou du moins elle n'a plus été employée que concurremment avec la voie humide dans les travaux en petit.

La docimasie, soit sèche, soit humide, n'a d'abord été appliquée qu'aux métaux proprement dits, ou à des corps qui à l'état de pureté jouissent d'un grand éclat, ou d'un brillant plus ou moins vif, susceptibles de se fondre par une chaleur plus ou moins forte en un culot ou masse homogène dans ses parties, ayant la faculté de s'étendre sous l'effort du marteau, et de se réduire en lames ou en fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces métaux étaient presque les seuls que l'on connût à l'é
que où vivait Bergman.

Des découvertes postérieures ont fait connaître des mé
différens de ceux-là par leurs propriétés. Leur réduction es
ficile, même par la chaleur la plus intense et la plus pro
gée; incapables de se fondre en une masse homogène, ne p
sentant, pour la plupart, après l'action du feu, qu'une s
réunion ou agglutination de globules ou grains dénués d'é
à peine brillans, souvent ternes à leur surface, et semblab
des scories, ils s'éloignent tellement des métaux propre
dits, que pour exprimer ces différences, on leur avait don
dénomination de *demi-métaux*.

De nos jours, des changemens plus grands encore ont eu
La décomposition des alcalis et des terres a singulièrement
le nombre des métaux, qui s'élèvent à 41.

On a reconnu par suite de cette importante découverte
les alcalis fixes, les terres, et par conséquent les pierres et
sels terreux qui en sont formés, ne sont autre chose que
oxides ou des sels métalliques.

On pourrait donc à la rigueur conclure de ces faits b
constatés aujourd'hui que les pierres et les sels terreux doiv
être considérés comme des espèces de minérais du ressort
docimasie, leurs analyses comme des opérations docima
ques; en un mot, que la docimasie et l'analyse des pierre
sont qu'une seule et même chose.

De là il résulterait encore que la docimasie, ayant à s'ex
sur un bien plus grand nombre de corps, exigerait un vol
et peut-être plusieurs, pour être traitée complètement.

Cette manière d'envisager les choses ne saurait convenir
Dictionnaire de Technologie, les objets dont il s'occupe ex
sivement étant ceux qui sont de quelque emploi dans les a

On ne devra donc s'occuper ici ni du tungsthène, du mol
dène, du cérium, de l'urane, du titane, etc.; ni des mét
alcalins et terreux, et l'on se bornera, sauf quelques excepti
à l'examen des métaux anciennement connus ou des mét
proprement dits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais sous quels rapports convient-il de les considérer dans ce dictionnaire ?

Chaque métal doit y avoir un article particulier. Dans cet article, comme on peut le voir au mot *antimoine*, on expose ses caractères physiques, les divers états sous lesquels il se rencontre dans la nature, la partie la plus remarquable de son histoire, les procédés métallurgiques usités pour l'obtenir à l'état de pureté suffisante à son emploi dans les Arts, la préparation de plusieurs combinaisons, dont les plus importantes sont traitées dans des articles à part, enfin ses divers usages.

Après un examen aussi approfondi de chaque métal dans les articles qui leur sont consacrés spécialement, et dans lesquels, lorsque l'occasion s'en présente, on fait en outre mention de moyens d'analyses à la disposition du docimasiste, il ne lui reste que bien peu de choses à dire pour composer l'article qui doit traiter de son art.

Il doit s'en tenir à quelques généralités relatives 1°. aux opérations préliminaires auxquelles doivent être soumises les mines pour être traitées avec le plus d'avantage; 2°. aux précautions à prendre pour le succès de ces opérations, et dans l'examen des résultats qu'elles fournissent; 3°. aux réactifs principaux dont il fait usage soit pour reconnaître d'abord la nature du minerai, soit pour traiter le minerai lui-même convenablement préparé, soit enfin pour séparer les uns des autres, les élémens dont il est formé, et pour déterminer aussi approximativement que possible la quantité de chacun.

Ces généralités doivent être appliquées non à chaque corps en particulier, mais seulement à des classes de corps que le minéralogiste a cru devoir former, d'après certains rapports de propriétés ou de composition qu'il a reconnus chez eux. Ainsi ce n'est point aux caractères particuliers de tel oxide, de tel sulfure, de tels sels métalliques, que l'on doit s'attacher dans cet article, mais plutôt aux caractères qui distinguent les oxides, les sulfures, les sels en général.

Il faut dire comment le docimasiste doit procéder à cet examen.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On découvre une mine : la connaissance du métal qui y est le plus abondant, et qui la caractérise, ne suffit point à celui qui aurait dessein d'en entreprendre l'exploitation ; il faut encore qu'il soit assuré que les produits de cette mine compenseront les frais que cette exploitation exigera.

Le métal qu'elle recèle s'y trouve bien rarement dans l'état voisin de la pureté ; souvent il est disséminé dans une gangue d'un volume plus considérable que le sien ; plus souvent encore il est combiné soit à des corps simples non métalliques, tels que le soufre, le charbon, le chlore et l'oxigène, soit à des acides. Dans ces divers états de combinaison, les caractères distinctifs sont tellement altérés, qu'il est difficile, sinon d'en reconnaître la nature, du moins de décider si on peut l'exploiter avec avantage. Le docimasiste, sans négliger l'examen des caractères que le minerai lui présente, cherche pour ainsi dire à pénétrer dans son intérieur; il le broie, le pulvérise, met ses molécules, réduites à leur plus grande ténuité possible, mais toujours composées comme le minéral dont elles proviennent, en contact avec des corps capables d'exercer sur elles une action décomposante ; tantôt, à l'aide des alcalis ou de sels appropriés à la nature du minerai, il emploie la voie sèche, tantôt la voie humide, au moyen des acides; et parvient enfin, après un grand nombre de travaux longs, variés et souvent pénibles, à séparer le métal dans l'état de pureté, ou au moins à l'amener à un état de combinaison dont la nature est si bien connue, que le poids de cette combinaison étant exactement déterminé, il peut en conclure presque rigoureusement la quantité du métal, et par conséquent prononcer sur la valeur réelle de la mine.

Avant d'entrer dans l'examen des métaux à leurs divers états naturels, et des traitemens variés auxquels il convient de les soumettre, il semble indispensable de passer en revue les opérations préliminaires qui peuvent contribuer au succès des analyses. Ces détails ne sont pas minutieux comme ils pourraient le paraître. Le praticien ne tarde pas à en reconnaître les avantages, surtout lorsqu'une de ces précautions, en appa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rence futile et qu'il a négligée, rend son travail plus long qu'il n'aurait été, souvent imparfait, et quelquefois même inutile.

Pulvérisation. La pulvérisation, par exemple, est une opération beaucoup plus importante, pour la réussite des opérations docimastiques, qu'elle ne semble au premier coup d'œil : en la brusquant, on croit gagner du temps, et l'on en perd. Les parties restées grossières échappent à l'action du fondant ou du dissolvant auquel on les soumet; après une action incomplète, il faut les pulvériser de nouveau, répéter l'opération, et à ce premier inconvénient se joint celui de faire une nouvelle perte de la matière. Après avoir concassé le minerai dans un mortier d'acier, il faut le réduire en poudre impalpable dans un mortier d'agate, préférable à tout autre à cause de sa dureté, et parce que, s'il est légèrement entamé par la matière, ce qui y est ajouté ne peut être autre chose qu'un peu de silice et un atome de fer, dont il est aisé de tenir compte.

M. Berzelius, agissant, il est vrai, sur des quantités extrêmement petites, ne soumet à l'analyse que des poudres assez fines pour avoir été suspendues dans l'eau. Il assure que toujours, avec cette précaution, elles sont complètement attaquées. On ne peut sans doute suivre un meilleur exemple; il y a pourtant quelques cas où l'eau peut contribuer à l'altération des substances; alors il faut se contenter d'une pulvérisation soignée.

Calcination. Beaucoup de substances renferment naturellement une certaine quantité d'eau ou d'acide carbonique, qui serait la cause d'un déficit dans les résultats de l'opération. Pour s'assurer de la présence de l'un ou de l'autre de ces corps, qui peuvent s'y trouver à la fois, on calcine dans un creuset de platine une quantité donnée de la substance, par exemple 100 parties, qui, quel que soit leur poids, sont toujours considérées comme un quintal docimastique; on juge par la perte qu'a éprouvée la substance, de la quantité de principes volatils qu'elle renfermait. Pour en déterminer la nature, on calcine 100 autres parties de la substance dans une petite cornue, à laquelle est adapté un tube à la Welter, dont la boule

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est à demi-pleine de mercure, et dont l'autre extrémité plonge au fond d'un flacon aux deux tiers rempli d'eau de chaux ou de baryte, par une chaleur douce d'abord et qu'on porte graduellement jusqu'au rouge, on voit se former à l'autre extrémité des gouttelettes d'eau, si la substance ne renferme que de l'eau; l'eau de chaux se trouble vers la fin de l'opération, si elle contient de l'acide carbonique. On cesse le feu, lorsque, après l'avoir soutenu autant que la cornue peut le supporter sans se fondre, on s'aperçoit que l'absorption commence, et qu'on ne peut l'empêcher. On compare le poids des résidus des deux calcinations: si la perte est aussi grande ou plus grande dans la seconde opération, on doit en conclure que, dans la première, de l'oxigène a pris la place d'une portion de l'eau dégagée.

A tout moment, dans les opérations docimastiques, on a recours à la calcination pour priver de toute humidité les matières, à mesure qu'on les a séparées. On se sert à cette fin de petits creusets de platine très minces, qui sont facilement portés au rouge; on y introduit la matière détachée du filtre avec soin, on la pèse avec exactitude, et l'on ajoute à son poids celui du résidu du filtre réduit en cendres séparément, en en défalquant le tiers d'un centigramme, l'expérience ayant prouvé que trois filtres d'un pouce et demi de longueur ne fournissent qu'un centigramme de cendres.

Cette méthode de brûler les filtres est la seule qui soit presque exempte d'erreur; il faut l'employer de préférence lorsque la substance n'est susceptible ni de se volatiliser, ni de se flammer. S'il y a erreur, elle est presque nulle, comparée à celle où l'on tomberait si l'on se contentait de gratter le filtre, quelque attention qu'on y mît. J'ai vu des filtres de la dimension citée retenir 3 et 4 centièmes de la matière, et jusqu'à 7 ou 8 centièmes de certains sels, comme le sulfate de baryte.

Une substance qui vient d'être calcinée est d'autant plus avide d'humidité qu'elle en a été privée; au moment où elle se refroidit, il n'est pas rare qu'elle augmente de plusieurs cen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tièmes; il est donc important d'en prendre le poids immédiatement après la calcination, ou avant son entier refroidissement.

Lorsque la substance recueillie sur un filtre est de nature à se brûler ou à s'enflammer, on est forcé d'avoir recours à l'usage de peser le filtre avant et après l'opération, et à la même température. Bergman conseille de placer le filtre, avant d'en prendre le poids, dans une capsule échauffée au bain-marie; mais si la substance restée sur le filtre retient l'eau avec assez de ténacité pour que la chaleur du bain-marie ne puisse l'en priver, le poids de l'eau retenue ajouté au poids réel de la substance, est une cause d'erreur plus ou moins grave. Pour la diminuer autant que possible, il vaudrait mieux choisir un degré de chaleur plus élevé, mais insuffisant pour opérer la combustion du filtre.

Précipitation. Quand on précipite une substance d'un liquide où elle est dissoute, il faut faire en sorte qu'il n'y reste rien par défaut du précipitant, et qu'il n'y ait rien de redissous par excès. Le dépôt formé, on décante la liqueur surnageante, on la remplace par de l'eau distillée chaude, qu'on décante de nouveau; et l'on réitère cette pratique jusqu'à ce que l'eau de lavage ne fasse plus éprouver de changement aux réactifs par lesquels elle doit être éprouvée. Le tout est jeté sur un filtre de papier non collé, sur les bords duquel on verse goutte à goutte de l'eau bouillante, jusqu'à ce qu'il n'ait plus de saveur, puis on le fait sécher ou on le calcine avec les précautions indiquées.

Chalumeau. Le traitement des mines au Chalumeau fournit des résultats précieux. A l'aide de cet instrument, dont on trouve une description très exacte dans ce Dictionnaire, on peut reconnaître la nature d'une quantité de métal presque inappréciable par tout autre moyen. Il suffit de la chauffer tantôt seule sur un charbon ou sur une feuille de platine, tantôt avec un fondant qui la divise, la dissout, et se colore diversement, selon le métal sur lequel il exerce son action. Trois substances surtout sont employées avec succès dans ce genre d'opérations : le borax ou sous-borate de soude, le sous-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carbonate et le sous-phosphate de la même base. Comme les mêmes métaux se comportent d'une manière différente avec l'un ou l'autre de ces fondans, les résultats que l'on obtient peuvent réciproquement se servir de contrôle. Lorsque les métaux sont volatils, on emploie avec avantage un tube de verre bouché par un bout, dans lequel on opère leur sublimation.

Voici les principaux résultats que fournissent les métaux employés dans les Arts, lorsqu'on les fond au chalumeau, sur charbon, seuls avec le borax, ou dans le tube d'essai.

On en excepte l'or, l'argent et le platine, que l'on mêle avec du plomb, et que l'on fond dans une coupelle de terre d'os pour les séparer des métaux étrangers qui altèrent leur pureté. (*V.* les articles Essais et Coupellation.)

Combinaisons de mercure; mêlées à de l'étain pur, de la maille de fer, ou de l'oxide de plomb, et chauffées dans un tube, on obtient dans sa partie la moins chauffée une efflorescence grise qui, par le frottement ou l'agitation, se condense en gouttelettes.

Oxide d'antimoine; dans un tube, se fond seul et se sublime en fumées blanches.

Acide antimonieux; avec borax, verre jaunâtre qui se réduit au feu de réduction.

Arsenic natif et acide arsenieux; chauffés dans le tube, répandent forte odeur d'ail et se subliment sans se fondre.

Oxide de cuivre; avec le borax, verre d'abord vert, qui devient incolore, puis rouge opaque métallique.

Oxide de plomb; verre jaune qui se réduit en boutonnant.

Oxide d'étain; se réduit seul et avec la soude par un feu soutenu, devient blanc opaque avec le borax.

Oxide de bismuth; se réduit seul à un grand feu sur la feuille de platine, qu'il perfore, et plus aisément avec le borax.

Oxide de nickel; avec le borax, comme les autres oxides ci-après désignés, verre rouge hyacinthe.

Oxide de cobalt; verre bleu si intense qu'il paraît noir.

Oxide de fer; verre d'un jaune verdâtre transparent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Oxide de zinc ; verre blanc laiteux d'émail, au feu de réduction se volatilise.

Oxide de manganèse ; verre couleur d'améthyste, transparent.

Oxide de chrôme ; verre d'une belle couleur verte d'émeraude, transparent.

Réactifs. Les réactifs dont se sert le docimasiste pour le traitement des mines sont en grand nombre. On peut en faire trois genres, selon le but que l'on se propose en les employant, savoir de diviser, de dissoudre, ou de précipiter.

Ceux du premier genre, tels que la potasse, la soude, les sous-carbonates de ces bases, le carbonate et le nitrate de baryte, l'oxide de plomb, le sous-borate de soude, le sulfate acide de soude, ne sont employés, dans certains cas, que pour *diviser* la mine soumise à l'essai, et faciliter ainsi l'action des dissolvans avec lesquels on doit ensuite la mettre en contact.

On emploie les seconds à dissoudre les élémens disgrégés ; on fait plus ordinairement usage des oxides, et l'on préfère les plus puissans, tels que les acides sulfurique, hydrochlorique et nitrique. Le plus souvent néanmoins, on les prend délayés, de manière à ce que le poids spécifique du premier soit au-dessous de 1,300 ; celui du second, au-dessous de 1,100 ; et celui du troisième, au-dessous de 1,200. Cette précaution est utile pour empêcher une action trop énergique et une effervescence trop vive d'où pourrait résulter la perte d'une portion du mélange. Il est cependant des cas où l'on fait agir ces acides à l'état de concentration, surtout l'acide sulfurique, qui n'attaque les métaux purs ou natifs que lorsqu'il est concentré et aidé d'une assez grande chaleur ; par exemple encore, l'acide nitrique concentré ne dissout pas sensiblement le tritoxide de fer, qu'au contraire l'acide hydrochlorique concentré dissout mieux que lorsqu'il est étendu d'eau.

Les réactifs formant le troisième genre sont plus nombreux que les précédens : la potasse et la soude liquides, l'ammoniaque, les sous-carbonates de ces trois bases, les eaux de chaux et de baryte, le chlore, les teintures aqueuse et alcoolique de noix

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de galle, les hydrochlorates de soude, de baryte et de chaux, les nitrates de baryte, de chaux, d'argent, de plomb et de mercure, l'acide oxalique, l'oxalate d'ammoniaque, le phosphate de soude, l'acide tartrique, le chromate de potasse, l'hydrocyanate, cyanuré de potasse, le succinate d'ammoniaque, etc. Chacun d'eux a sa destination particulière, nous en ferons l'application au fur et à mesure que l'occasion s'en présentera.

Il est inutile de faire remarquer que tous ces réactifs doivent être purifiés avec le plus grand soin; sans cette précaution indispensable, on introduirait dans la substance à examiner des corps étrangers que l'on aurait le tort de lui attribuer. La pureté des acides, des alcalis et des autres réactifs, est d'une telle importance qu'on n'aurait point hésité d'indiquer ici les moyens de les obtenir purs, s'ils n'étaient déjà ou ne devaient être décrits avec les plus grands détails dans l'article *acide* de ce Dictionnaire, et dans d'autres articles qui seront spécialement consacrés à chaque Réactif.

Après ces généralités nécessaires à l'intelligence des faits dont l'ensemble compose l'histoire docimastique des métaux, on va considérer ceux dont les Arts font usage dans les divers états naturels où ils s'offrent à l'œil de l'observateur, et exposer les principaux moyens qui sont à la disposition du docimaste, soit pour les reconnaître, soit pour les isoler ou les mettre dans un état de combinaison qui permette d'en déterminer la proportion.

Les métaux se rencontrent dans la nature sous quatre états distincts:

1°. à l'état natif ou vierge, d'alliage ou d'amalgame;

2°. combinés à des corps simples non métalliques, tels que le soufre, le charbon, le chlore, c'est-à-dire à l'état de sulfure, carbure et chlorure;

3°. à l'état d'oxide ou combiné à l'oxigène;

4°. à l'état de sels ou combinés à la fois à l'oxigène et aux acides.

Ils ne se trouvent pas tous dans ces quatre états, mais au moins à plusieurs d'entre eux.

Métaux natifs. Par la dénomination de natif ou vierge, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minéralogistes n'entendent point un métal absolument pur, car il est douteux qu'il en existe; il suffit que le métal soit reconnaissable par ses caractères extérieurs, ce qui suppose que les métaux qui lui sont alliés sont en quantité trop petite pour altérer ses propriétés. Ainsi de toutes les mines qui existent dans la nature, celles de métaux natifs sont les plus faciles à reconnaître.

Parmi les seize métaux employés dans les Arts, dix se rencontrent à l'état natif : l'antimoine, l'arsenic, l'argent, le bismuth, le cuivre, le fer, le mercure, l'or, le platine et le plomb. L'existence de ce dernier à l'état natif, quoique admise par quelques minéralogistes, est encore douteuse. Les six autres, le chrôme, le cobalt, l'étain, le manganèse, le nickel et le zinc, se trouvent dans la nature soit à l'état de sulfure, soit à l'état d'oxide.

La seule inspection des métaux natifs permet à l'œil exercé de l'observateur de les distinguer les uns des autres par les caractères suivans.

Or. — Jaune, sans saveur, sans odeur.

Cuivre. — Rouge, saveur nauséabonde, odeur particulière, désagréable.

Antimoine. — Blanc brillant, cassure lamelleuse, à lames larges.

Bismuth. — Semblable au précédent pour sa disposition lamelleuse et la largeur de ses lames, en diffère par une teinte jaunâtre très sensible.

Arsenic. — Blanc brillant dans sa cassure, qui se noircit en s'altérant à l'air.

Mercure. — Blanc brillant, état liquide.

Platine. — Blanc sans éclat, sans odeur, en petits grains très pesants.

Fer. — Blanc-gris bleuâtre, odeur particulière, saveur styptique.

Plomb. — Gris livide, en masses contournées, assez mou pour céder à l'effort de l'ongle.

Mais le métal natif allié à d'autres métaux peut se présenter en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grains ou en lames dans une gangue plus ou moins abondante qu'une première opération, la pulvérisation et le lavage, doit séparer. Les grains ou lames métalliques ainsi mis à nu, le docimasiste s'occupera d'isoler leurs élémens.

Il se sert presque exclusivement d'abord des dissolvans acides, dont il varie l'emploi selon la nature du métal.

Il fait toujours usage de l'acide hydrochloronitrique pour l'or et le platine, souvent du même acide pour l'antimoine, l'arsenic et le bismuth; de l'acide nitrique pour dissoudre l'argent, le cuivre, le plomb et le mercure; et des acides hydrochlorique ou sulfurique affaiblis pour dissoudre le fer.

Les dissolutions achevées, filtrées pour séparer le résidu, on y verse le réactif le plus propre à séparer le métal objet de la recherche du docimasiste.

La dissolution d'or, d'un jaune orangé, est précipitée par le protosulfate de fer; l'or seul se dépose; lavé et séché, il donne exactement le poids du métal contenu dans la mine.

La dissolution de platine, d'un rouge brunâtre, est précipitée par l'hydrochlorate d'ammoniaque; le sel double ammoniacal, qui se dépose, fournit par la calcination, s'il est d'un jaune pur, la quantité exacte de platine; ce résidu est sous forme d'éponge qui acquiert du brillant par la compression.

La dissolution d'argent, incolore, est précipitée par l'acide hydrochlorique ou par l'hydrochlorate de soude; le chlorure d'argent déposé, dont la proportion des élémens est parfaitement connue, indique exactement le poids de l'argent.

La dissolution incolore de plomb est mêlée à une suffisante quantité de sulfate de potasse. Le sulfate de plomb qui en résulte indique d'une manière précise la proportion du métal.

La dissolution d'antimoine, de couleur jaunâtre, rapprochée en consistance syrupeuse, est délayée dans une grande quantité d'eau distillée, qui en précipite l'oxide d'antimoine. Cet oxide est redissous dans de l'acide hydrochlorique; il suffit alors de plonger un cylindre de zinc, qui sépare l'antimoine à l'état métallique.

La dissolution incolore de bismuth, légèrement concentrée,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puis mêlée à de l'eau, laisse précipiter l'oxide de bismuth; de l'hydrochlorate de soude ajouté à la dissolution filtrée achève de séparer l'oxide qui aurait pu échapper à l'action de l'eau.

La dissolution de l'arsenic, sans couleur comme la précédente, est concentrée comme elle, et mêlée à de l'eau, qui en précipite l'oxide d'arsenic.

Dans la dissolution bleue du cuivre on met un excès d'ammoniaque, qui redissout l'oxide de cuivre sans toucher à l'oxide de fer; on filtre et on évapore pour chasser l'excès d'alcali; on convertit la dissolution de nitrate de cuivre ammoniacal en sulfate par l'addition d'un excès d'acide sulfurique, et on évapore pour chasser l'acide nitrique; on étend d'eau la dissolution qui doit contenir un excès d'acide sulfurique, et on y plonge un cylindre de fer qui précipite le cuivre à l'état métallique.

Le mercure natif peut contenir de l'or, de l'argent et du bismuth. En dissolvant la mine par l'acide nitrique, l'or reste au fond de la fiole. La dissolution concentrée est mêlée à de l'eau, qui précipite l'oxide de bismuth; de l'hydrochlorate de soude précipite l'argent en chlorure, on lave ce chlorure avec une dissolution de chlore pour dissoudre le prochlorure de mercure qui aurait pu se déposer avec le chlorure d'argent. Le mercure est ensuite précipité de la dissolution acide par un cylindre de zinc; on pourrait encore déterminer la quantité de mercure, en distillant la mine elle-même, et traiter le résidu comme on vient de le dire.

Enfin, la dissolution verte de la mine de fer dans l'acide hydrochlorique ou sulfurique, mêlée à une suffisante quantité d'acide nitrique, et chauffée jusqu'à l'ébullition pour amener le fer au maximun d'oxidation, est précipitée par l'ammoniaque; et comme la composition du peroxide est bien connue, on en conclut le poids du fer contenu dans la mine.

On est entré dans ces détails pour n'y plus revenir; en effet, quelle que soit la nature des minerais des dix métaux qu'on a passés en revue, les moyens de dissolution sont les mêmes, et c'est aussi des mêmes réactifs que l'on se sert pour opérer leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

précipitation, leur séparation, et pour évaluer leur quantité dans le minerai quelconque qui les recèle.

Des dix métaux que nous venons d'examiner à l'état natif, huit se rencontrent dans la nature à l'état de sulfures ou de combinaison avec le soufre. A ce nombre il faut ajouter le nickel, le manganèse et l'étain, qu'on ne trouve point à l'état natif.

Ainsi parmi les seize métaux qui sont plus particulièrement du domaine de la docimasie, onze existent dans la nature à l'état de sulfures, savoir : les sulfures d'antimoine, d'argent, d'arsenic jaune et rouge, de bismuth, de cuivre, d'étain, de fer, de manganèse, de mercure, de plomb et de zinc.

Sulfures métalliques. On reconnaît en général les sulfures aux propriétés qui leur sont communes, 1° de laisser dégager de l'acide hydrosulfurique lorsqu'on les met en contact avec les acides, et notamment les acides sulfurique et hydrochlorique affaiblis, à froid ou aidés de la chaleur; 2° de donner du soufre ou de l'acide sulfureux, lorsqu'on les chauffe, soit au chalumeau, soit dans une cornue de grès munie de son récipient, à moins qu'ils ne soient volatils à une chaleur inférieure à celle qu'exige en général leur décomposition.

Lorsque l'on traite les sulfures métalliques natifs par l'acide nitrique affaibli, à une chaleur de bain de sable inférieure au degré de l'ébullition, on parvient, à la longue, à convertir le soufre en acide sulfurique, en même temps que l'on oxide et que l'on acidifie le métal. Dans mon travail sur les sulfures jaune et rouge d'arsenic, j'ai constamment réussi, dans un grand nombre d'expériences comparatives, à compléter l'acidification du soufre et de l'arsenic; et c'est par ce mode que je suis parvenu à déterminer, d'une manière rigoureuse, la quantité de soufre et d'arsenic contenue dans les deux sulfures. L'opération n'aurait point le succès désiré, si l'on employait l'acide concentré, et si l'on n'avait pas le soin de ménager le feu, parce que d'une part l'acide agit moins sur le soufre fondu et réuni en masse, que sur celui que l'on maintient divisé, et que de l'autre à une forte chaleur il y aurait volatilisation et nécessairement déperdition d'une portion du soufre ou de l'arsenic.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il arrive quelquefois qu'une portion de l'arsenic ne se convertit d'abord qu'en acide arsenieux qui se dépose sous la forme de cristaux brillans ; le mieux est de décanter la liqueur surnageante, et de les traiter séparément, après les avoir pulvérisés, par une nouvelle quantité d'acide. Les deux dissolutions réunies sont étendues d'eau, puis mêlées à du nitrate de baryte jusqu'à ce qu'il ne s'y forme plus de précipité. L'arseniate de baryte reste dissous à la faveur de l'excès d'acide nitrique ; le sulfate de baryte, bien lavé à l'eau bouillante jusqu'à ce que, chauffé au chalumeau, il ne donne aucune odeur arsenicale, et calciné ensuite, représente exactement la quantité du soufre contenu dans le sulfure.

Nous avons insisté sur cette méthode de traitement, parce qu'elle nous semble devoir être applicable, presque sans exception, à tous les autres sulfures métalliques natifs. Il est rare que le métal soit de nature à s'acidifier, le plus souvent il n'est qu'oxidable, et ne s'en dissout pas moins dans l'acide ; lorsque la dissolution, conduite avec soin, est terminée, on l'étend d'eau, on précipite l'oxide métallique avec un alcali approprié à sa nature, et l'on retrouve, au moyen de l'hydrochlorate de baryte, dans la dissolution, qu'il faut de nouveau rendre acide avant d'y verser ce sel, l'acide sulfurique formé pendant l'opération. Le premier précipité, duquel on défalque l'oxigène, donne la quantité du métal, le second fournit rigoureusement celle du soufre recélé par la mine. Il est bon toutefois, avant de conclure, de s'assurer si l'oxide est pur, et si la dissolution dont on a séparé l'oxide et l'acide n'aurait pas retenu quelque corps étranger altérant primitivement le sulfure. On pourrait objecter que la méthode recommandée est susceptible d'inconvéniens, lorsqu'on agit sur des sulfures dont le métal oxidable seulement est insoluble dans l'acide nitrique. On pourrait craindre que l'oxide, en se formant au soufre, ne mît obstacle à sa conversion en acide ; ou bien, avec plus de raison, que l'acide sulfurique, en se combinant avec l'oxide, ne donnât lieu à un sulfate qui, par son mélange avec l'oxide, nuirait au succès de l'opération. Trois métaux, l'antimoine, le bismuth et l'étain, seraient sujets à cet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inconvénient, qui devient nul par la facile décomposition de leurs sulfates au moyen de l'eau que l'on doit ajouter au résidu de l'opération, et dont l'action décomposante peut être aidée par une douce chaleur. En second lieu, nous répondrons par le fait même de l'expérience, plus propre que le raisonnement à résoudre les objections.

Si l'on prend cent parties de sulfure d'antimoine, et que l'on y ajoute successivement une quantité d'acide nitrique affaiblie suffisante pour convertir le métal et le soufre en oxide et en acide à l'aide d'une douce chaleur continuée jusqu'à ce que le mélange ne fournisse plus de gaz nitreux, on obtient un magma blanc jaunâtre; l'eau que l'on y ajoute fait une exacte séparation de l'oxide et de l'acide qui le forment, l'oxide reste sur le filtre, l'acide passe avec l'eau. On peut redissoudre l'oxide dans l'acide hydrochlorique, et plonger dans la dissolution un cylindre de zinc, qui, selon la méthode de Klaproth, précipite l'antimoine métallique. Quant au soufre, il est facile d'en apprécier exactement la quantité par l'hydrochlorate de baryte. Il est certain même que si le soufre a été entièrement acidifié, l'estimation du soufre suffit pour obtenir celle du métal, comme je l'ai prouvé dans mon travail sur les sulfures d'arsenic. J'ai opéré de cette manière sur deux sulfures d'antimoine natifs, d'Auvergne, et me suis assuré qu'ils étaient formés de 73 parties de métal et 27 de soufre, quantités presque exactement semblables à celles que plusieurs chimistes habiles avaient déjà trouvées dans les sulfures d'antimoine analysés par d'autres procédés. On ne peut disconvenir néanmoins que la conversion totale du soufre par l'acide nitrique et une douce chaleur, ne soit une opération longue. On peut l'abréger dans quelques circonstances en recueillant le soufre sur un filtre lorsqu'on s'aperçoit qu'il est exempt du métal auquel il était combiné; seulement lorsqu'on en a pesé le poids il faut le calciner, ou plutôt le sublimer dans un tube recourbé pour constater qu'il ne laisse point de résidu, on tient compte de la portion acidifiée par les moyens que nous avons indiqués. L'acide hydrochlorique aurait l'inconvénient de donner lieu à la déperdition d'une grande quantité de soufre enlevé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par l'hydrogène sulfuré qui se dégage pendant tout le temps de son action, inconvénient grave qui doit le faire rejeter dans le traitement de ces mines, à moins qu'on n'opère dans des vaisseaux fermés et qu'on n'ait la précaution de recueillir l'acide hydrosulfurique.

Carbures. Jusqu'à présent on ne connaît qu'un carbure natif, celui de fer; carbure de fer, *graphite*, *plombagine*, différant du sulfure de molybdène par quelques propriétés physiques et plus encore par ses propriétés chimiques. (*V.* PLOMBAGINE et GRAPHITE.)

Le sulfure de molybdène, exposé à la chaleur rouge dans un creuset de platine ouvert, exhale de l'acide sulfureux; le métal s'acidifie et se sublime en aiguilles blanches-jaunâtres aux parois du creuset. Ce sulfure est aussi attaqué par l'acide hydrochloronitrique, qui convertit ses élémens en acide sulfurique et molybdique.

La plombagine ou le graphite est un des corps les plus réfractaires au feu, et des plus difficilement attaquables par les acides. Cependant, exposée en petite quantité et en poudre très fine à un feu de réverbère long-temps continué, et d'autre part chauffée avec 100 parties d'acide nitrique concentré, son charbon finit par se dégager en acide carbonique, et il ne reste plus, soit dans le creuset, soit dans l'acide, qu'environ la dixième partie de son poids de peroxide de fer.

Chlorures. On n'a encore rencontré dans la nature que deux chlorures, le chlorure de mercure et celui d'argent, nommés jadis *mercure* et *argent cornés*.

Le premier se volatilise au chalumeau sans laisser de résidu; le second, traité de la même manière, se fond et finit par se réduire en un globule d'argent.

L'insolubilité du premier et la solubilité du second dans l'ammoniaque, sont encore un moyen sûr de les distinguer.

Ces chlorures étant très rares et suffisant à peine à compléter les collections minéralogiques, on s'est encore peu occupé d'en séparer les élémens et d'en déterminer les proportions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On pourrait vraisemblablement traiter le chlorure d'argent natif de la même manière que le chlorure artificiel. Ces moyens consistent : 1°. à le décomposer à chaud par la potasse, qui enlève le chlore et met l'argent à nu ; 2°. à opérer promptement sa décomposition, en le faisant macérer avec de la limaille de zinc et de l'acide sulfurique étendu d'eau ; l'hydrogène de l'eau décomposée s'empare du chlore, le zinc s'oxide et se dissout dans l'acide, tandis que l'argent reste seul sous la forme de poudre. On peut substituer, comme M. Proust l'a recommandé, des morceaux de fer à la limaille de zinc.

On a moins de données encore sur le chlorure de mercure : on ne sait pas même, faute d'une bonne analyse, si ce composé naturel est à l'état de mercure doux ou de sublimé corrosif. Son insolubilité dans l'eau peut faire soupçonner son existence dans le premier état. Si l'on constatait que le chlore le rend soluble, il ne resterait plus de doute à cet égard. Le meilleur traitement docimastique peut-être pour déterminer la proportion des deux mens, serait de le faire bouillir avec une dissolution de carbonate de potasse jusqu'à son entière décomposition.

Oxides. L'état le plus fréquent sous lequel on rencontre les métaux est l'état d'oxides. Des seize métaux utiles dans les arts, douze se trouvent à l'état d'oxides dans la nature : l'antimoine, l'arsenic, le bismuth, le chrôme, le cobalt, le cuivre, l'étain, le fer, le manganèse, le nickel, le plomb et le zinc.

Les oxides métalliques natifs sont des mélanges, 1°. d'un oxide qui domine dans le minerai, et qui lui imprime les caractères auxquels on le reconnait ; 2°. d'un ou de plusieurs autres oxides en petite quantité ; 3°. d'oxides de métaux terreux ou calins formant la gangue, soit inférieure, soit supérieure, qui accompagne la mine. Ces derniers sont le plus fréquemment la chaux, la silice, la baryte, l'alumine, etc., ou des sels auxquels elles servent de bases.

L'oxide dominant doit toujours fixer de préférence l'attention du docimasiste, et le déterminer dans le choix de l'acide le plus propre à agir sur le minéral.

Ces acides sont surtout ceux dont on a fait usage pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soudre les métaux natifs; leur action sur les oxides est d'autant plus facile, que ceux-ci sont dans un état plus favorable à la combinaison; ils contiennent déjà l'oxigène que les acides ont besoin de fournir, soit immédiatement, soit médiatement, aux métaux natifs qui en sont totalement dépourvus. Souvent même, si les acides ne dissolvent point sur-le-champ les oxides, c'est moins le défaut d'oxigène que son excès qui met obstacle à leur dissolution. C'est ainsi que les peroxides de cobalt, de fer, de plomb, de manganèse, ne se dissolvent dans certains acides qu'après avoir perdu une portion de leur oxigène; tantôt cet excès d'oxigène se dégage, tantôt une partie de l'oxide se surcharge de l'oxigène que l'autre perd, tantôt l'acide contribue à la désoxidation de l'oxide en se décomposant lui-même en partie. Tel est l'acide hydrochlorique, qui fournit le chlore, un de ses élémens, lorsqu'on le chauffe avec les peroxides de cobalt et de manganèse, qu'il ne peut dissoudre qu'à l'état de protoxides. Au contraire le protoxide de cuivre natif, trop peu chargé d'oxigène, repasse en partie à l'état métallique, pour que l'autre, suroxidée par cet abandon, puisse se combiner à l'acide sulfurique. Le plus ordinairement, les oxides natifs contiennent la quantité d'oxigène précisément nécessaire, et ce sont en effet ceux dont la combinaison avec les acides s'opère avec le plus de promptitude. Les dissolutions terminées ressemblent par leur couleur et leurs caractères extérieurs à celles des métaux natifs. Elles n'en diffèrent que parce qu'elles contiennent en général un plus grand nombre de corps étrangers, et en quantités plus considérables. On les filtre pour en isoler les résidus insolubles dans l'acide, et l'on précipite l'oxide recherché par le réactif le plus approprié à sa nature, dans l'intention de le séparer des corps qui altèrent sa pureté; quelquefois, c'est lui que l'on redissout tandis que l'on précipite les corps qui étaient dissous avec lui. Dans le premier cas, par exemple, on précipite l'oxide de fer par l'ammoniaque, qui retient l'oxide de cuivre en dissolution; dans le second, où l'on emploie la potasse caustique, l'oxide de cuivre est précipité, et les oxides de zinc et d'antimoine sont retenus dissous par l'excès de l'alcali. Il arrive plus fréquemment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encore que plusieurs oxides étant précipités à la fois, on soit forcé, pour séparer l'oxide prédominant, de traiter de nouveau le mélange par des alcalis, ou d'autres acides, qui dissolvent celui qu'on cherche sans dissoudre les autres et *vice versâ*. Ainsi, en traitant un mélange d'oxides de chrôme et de fer au moyen d'une forte dissolution de potasse caustique, on dissout le premier sans agir sur le second; ainsi, en faisant chauffer avec de l'acide oxalique un mélange d'oxides de fer et de cérium, ou bien d'oxides de fer et de titane, l'oxide de fer est tenu en dissolution par un excès d'acide, tandis que ceux de titane et de cérium se précipitent à l'état d'oxalates insolubles.

On se bornera à ce petit nombre d'exemples applicables aux généralités sur le traitement des oxides, que d'ailleurs on examinera chacun en particulier, dans des articles de ce Dictionnaire qui doivent leur être spécialement consacrés.

Carbonates. Il arrive fréquemment qu'à l'instant même où l'on verse un acide sur un minéral dont on veut faire l'essai, il s'excite un mouvement, un bouillonnement plus ou moins sensible, dont le docimasiste doit avec beaucoup de soin rechercher la cause. Ce mouvement, auquel on a donné le nom d'Effervescence, est toujours occasionné par le dégagement d'un fluide dont il est bien important de reconnaître la nature. La détermination exacte du fluide élastique qui s'élève du mélange, est un guide sûr de la marche que le chimiste doit suivre, et qui l'éclaire d'avance sur la véritable nature du minéral soumis à ses expériences.

On a dit plus haut que le contact d'un acide sur une mine pulvérisée, qui donnait lieu au dégagement de l'acide hydrosulfurique, pouvait faire présumer l'existence d'un sulfure métallique natif. On a fait remarquer aussi que le dégagement du chlore dans l'emploi de l'acide hydrochlorique annonçait indubitablement la présence d'un peroxide qu'il décompose en se décomposant lui-même. Il y a une autre effervescence plus soudaine, plus vive, plus prolongée, qui a lieu souvent à froid, quelquefois seulement à chaud, selon la nature du minéral, et qui décèle un genre de composés métalliques natifs abondamment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

répandus dans la nature. Cette effervescence est due à l'acide carbonique, et caractérise un genre de sels connus sous le nom de carbonates.

Cinq métaux, parmi ceux en usage dans les Arts, se rencontrent combinés à la fois à l'oxigène et à l'acide carbonique. Ces métaux sont l'argent, le plomb, le cuivre, le fer et le zinc. Pour en obtenir le gaz et en déterminer la proportion, on se sert d'un appareil fermé qui permet de recueillir, sans en perdre, le fluide élastique, qui est reçu, au fur et à mesure qu'il se dégage, dans de l'eau de chaux ou de baryte, au moyen d'un tube qui y est plongé. Le carbonate de chaux ou de baryte, formé aux dépens du carbonate métallique, indique exactement la quantité de son acide; et la dissolution muriatique ou nitrique de l'oxide qui y était combiné, filtrée, puis convenablement précipitée, donne la juste proportion du métal contenu dans le minerai.

Phosphates. Un second genre de sels que l'on trouve plus rarement que les carbonates, et qui sont aussi solubles qu'eux dans les acides, en diffèrent toutefois en ce que leur dissolution n'est accompagnée d'aucune effervescence : ce genre de sels est nommé phosphates. Quatre oxides métalliques seulement, parmi les métaux employés dans les Arts, existent naturellement combinés à l'acide phosphorique, et constituent les phosphates de cuivre, de fer, de manganèse et de plomb. Traités par les acides nitrique ou hydrochlorique, ils s'y dissolvent tranquillement à froid ou à chaud, à l'exception des portions de gangue qu'ils peuvent contenir; si l'on verse dans leur dissolution un alcali, une portion du phosphate et souvent la totalité est précipitée, d'où il suit que le plus habile chimiste pourrait considérer ce précipité comme un oxide pur, et tomber ainsi dans une erreur très grave. C'est ce qui est arrivé relativement au sous-phosphate d'urane, que pendant long-temps on a considéré comme un oxide de ce métal. Il est d'autant plus facile d'être trompé sur la nature de ce sous-phosphate, qu'il est soluble comme son oxide dans un excès de carbonate d'ammoniaque, et vraisemblablement il n'est pas le seul phosphate qui jouisse de cette propriété. Il faut conclure de l'erreur où l'on est tombé à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'égard de ce sous-sel, que les acides sont insuffisans p reconnaître la nature des phosphates, et à plus forte r pour déterminer la proportion de leurs élémens; c'est l de préférer la voie sèche à la voie humide. Il convient de f dans un creuset de platine une quantité donnée d'un p phate avec trois ou quatre fois son poids de potasse c soude caustique, qui s'empare de tout l'acide phosphoriqu délaie la masse fondue dans de l'eau distillée, et l'on filt dissolution alcaline; l'oxide métallique reste sur le filtre les corps étrangers qui pouvaient être mêlés au phos natif. On traite le résidu par un acide, on précipite l métallique qui était combiné à l'acide phosphorique, et l détermine la proportion. D'un autre côté, on sature la sol alcaline obtenue par le lavage de la masse, avec de l'acid drochlorique; on sursature l'acide par l'ammoniaque, et ajoute dans la dissolution de l'eau de chaux ou de l'hy chlorate de chaux en excès, qui précipite entièrement l phosphorique en phosphate de chaux. Ce sel, lavé et calc dont on connaît bien la composition, fournit très exacte la quantité d'acide phosphorique, et il ne reste plus qu'à s surer si cette quantité concorde avec celle de l'oxide p demment obtenu, pour représenter la somme du phos natif, en y ajoutant le poids des corps étrangers qui y ét mêlés.

Arseniates. Ce traitement par la voie sèche convient égale à un troisième genre de sels natifs qu'on a nommés *arseni* du nom de l'acide qui y est contenu. Ainsi que les phosph les arseniates sont solubles dans les acides hydrochlor et nitrique; comme eux ils s'y dissolvent sans efferves et en sont précipités en totalité par les alcalis. Cette cir stance a donné lieu à des erreurs de la même nature. exemple, on a pris plus d'une fois l'arseniate de fer préci par l'ammoniaque, pour l'oxide de ce métal. Le fer o résinite de Freyberg, qui est un composé de sulfate et surt d'arseniate de fer, a long-temps été regardé par les chimi comme un sous-sulfate de ce métal; il a fallu, pour y co

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

stater l'existence de l'acide arsenique, traiter ce minéral par le procédé indiqué plus haut pour le sous-phosphate d'urane. Tous les arséniates doivent être soumis à ce traitement par la voie sèche, qui ne laisse rien à désirer pour la séparation exacte de l'acide arsenique. Cependant on pourrait encore, en employant la voie humide, dissoudre l'arséniate dans un excès d'acide hydrochlorique ou nitrique, et faire traverser la dissolution par un courant d'acide hydrosulfurique jusqu'à cessation de précipité. Le poids de l'orpiment qui se forme donne celui de l'arsenic radical de l'acide, et l'oxide resté dans la dissolution acide, puis précipité par un alcali, indique le poids du métal. Ce second procédé exécuté sur une autre portion de la mine, est une bonne opération de contrôle pour apprécier le résultat de la première analyse par la voie sèche. Parmi les métaux employés dans les Arts, quatre seulement existent à l'état d'arséniates, le cobalt, le fer, le cuivre et le plomb. Comme ces métaux ne se comportent pas de la même manière avec l'acide hydrosulfurique, dans le cas où l'on procède par la voie humide, ils exigent qu'on modifie un peu l'opération. Par exemple, le cobalt et le fer n'étant point précipités de leurs dissolutions acides par l'acide hydrosulfurique, l'orpiment seul se dépose, et il ne s'agit plus, après sa séparation, que de les précipiter au moyen de la potasse. Avec le cuivre et le plomb unis à l'acide arsenique, les choses se passent autrement; ces métaux sont précipités par l'acide hydrosulfurique en même temps que l'orpiment, et se mêlent avec lui à l'état de sulfures. Pour les séparer, on introduit le mélange d'orpiment et de sulfure de cuivre ou de plomb, dans une petite cornue, et l'on chauffe avec précaution; l'orpiment se sublime, tandis que le sulfure de cuivre ou celui de plomb reste dans la cornue.

D'après tout ce qui a été dit, on ne peut douter que l'action des acides, mis alternativement en contact avec les composés natifs, ne serve beaucoup à éclairer le docimasiste sur la nature de chaque classe de ces corps. Ici le dégagement de l'acide hydrosulfurique opéré par les acides faibles, lui révèle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'existence d'un sulfure ; là, une dissolution dans les acides avec ou sans dégagement de chlore ou d'oxigène, d'un minéral qui n'est ni un métal natif, ni un sulfure, lui décèle la présence d'un oxide ; enfin, une effervescence vive, renouvelée par chaque goutte d'acide, ne lui laisse point d'incertitude sur la nature d'un carbonate, tandis qu'une dissolution facile, qui n'est accompagnée d'aucun mouvement, d'aucun dégagement de gaz, lui annonce un phosphate ou un arséniate.

L'absence de tous ces phénomènes doit le porter à croire qu'il opère sur un minerai qui n'appartient à aucun des composés natifs dont on s'est successivement occupé.

Sulfates. Il est en effet quelques mines métalliques qui, lors qu'on les expose au contact des acides, non-seulement ne présentent aucun des phénomènes que l'on vient de rappeler, mais n'éprouvent de leur part aucune espèce d'altération. Tels sont certains genres de sels natifs, et notamment les sulfates et les chromates. Les acides les plus puissans ne pouvant rien, ne n'ayant qu'une action incomplète sur ces sels natifs, on a recours aux alcalis qui agissent d'une manière plus efficace. Une fusion plus ou moins prolongée avec les alcalis solides, ou une longue ébullition avec les dissolutions des carbonates alcalins opèrent la séparation qu'on se propose.

Ainsi pour décomposer les sulfates, ceux mêmes dont les élémens sont le plus fortement combinés, on fait bouillir ces sels subtilement pulvérisés avec une dissolution de carbonate de potasse ; bientôt il se dépose un carbonate insoluble formé de la base métallique du sel natif, et un sulfate alcalin qui reste en dissolution. Le carbonate calciné donne pour résidu la quantité d'oxide renfermé dans le minerai. On peut citer pour exemple le sulfate de plomb. Les autres sulfates qui appartiennent à l'une des métaux dont la série nous occupe, les sulfates de cuivre, de fer et de zinc natifs, n'ont pas besoin d'être soumis à l'opération qu'on vient de décrire. Il suffit de les dissoudre dans l'eau distillée et de précipiter leur dissolution par un alcali ou un carbonate alcalin, selon leur nature.

Chromates. L'emploi des alcalis et des carbonates alcalins

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit par la voie sèche, soit par la voie humide, est encore plus indispensable par rapport aux chromates natifs, dont deux seulement sont connus, les chromates de plomb et de fer. On fait bouillir le chromate de plomb en poudre fine avec six parties de carbonate de potasse; il résulte de leur action réciproque un carbonate de plomb insoluble, et un chromate de potasse qui reste dans la liqueur. La solution alcaline est légèrement sursaturée d'acide nitrique, puis précipitée par le protonitrate de mercure. Le chromate de mercure rouge qui se dépose est lavé et calciné à une chaleur rouge; le résidu d'un beau vert est l'oxide de chrôme dans l'état de pureté.

Le chromate de fer doit être traité par la voie sèche avec une partie de potasse, ou une demi-partie de nitre. On délaie la masse refroidie dans de l'eau distillée qui enlève tout le chromate de potasse formé, et l'on traite la dissolution comme on vient de le dire.

On terminera cet article par quelques considérations sur l'influence qu'une connaissance plus précise des combinaisons entre certains corps ne peut manquer d'exercer sur la docimasie.

Les corps qui tendent à s'unir avec le plus d'énergie, tels que les métaux, l'oxigène, le soufre, les oxides métalliques et les acides, se combinent toujours en proportions définies. *V.* l'article Équivalent.

Les importans travaux des Proust, des Richter, des Berzelius et de plusieurs autres célèbres chimistes ont reconnu et fixé les limites des combinaisons entre ces corps.

D'un grand nombre de faits recueillis ont été déduits plusieurs principes qui, à cause de leur constance et de leur invariabilité, ont reçu la dénomination de *lois*. Celles qui suivent sont le plus généralement adoptées.

Tel oxide de tel métal renferme toujours une même quantité de ce métal et d'oxigène; s'il existe plusieurs oxides du même métal, la quantité d'oxigène de l'un d'eux est en proportion fixe et constante avec la quantité d'oxigène que les autres renferment.

La même quantité de soufre et d'un métal existe constamment dans le même sulfure, et si tel métal a deux sulfures, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

premier ne contient que la moitié du soufre existant dans le second.

Les sulfures de tel métal renferment une quantité de soufre double de l'oxigène que l'on trouve dans les oxides du même métal qui leur correspondent.

Dans les sels métalliques la quantité d'oxigène de l'oxide est en rapport constant avec celle de l'oxigène que contient l'acide.

Ainsi lorsqu'un acide, un sulfure, ou un sel est parfaitement pur, on peut par un simple calcul déterminer la proportion de ses élémens.

Il est facile d'apprécier les avantages qui résultent de ces faits pour le docimasiste. Quelquefois c'est un sulfure obtenu par la voie humide, et presque toujours un oxide, un carbonate, un sulfate, qui lui servent à déterminer la quantité de métal que renferme un minerai. Mieux la composition de ces corps sera connue, plus ses résultats seront exacts, et plus son travail méritera de confiance.

Trop scrupuleux pour se contenter de l'appréciation qui lui tire des proportions définies, le docimasiste y réunit la détermination immédiate du métal mis à nu; et ces deux modes se servent mutuellement de contrôle.

De la connaissance des composés purs et artificiels fournie par le calcul, on devrait conclure celle des mêmes composés naturels, s'il était possible de les rencontrer aussi purs que les premiers; et dans cette hypothèse le travail du docimasiste deviendrait pour ainsi dire superflu.

La conséquence serait juste si l'hypothèse était admissible. Mais l'expérience de tous les temps a prouvé si incontestablement qu'aucun corps ni simple ni composé ne se trouve dans la nature à l'état de pureté, que le docimasiste n'a point à craindre que ses travaux cessent d'être utiles. LAUGIER (1).

DODINAGE. Nom qu'on donne au mouvement lent et mesuré qu'on imprime, dans le sens de sa longueur, à la chausse d'un blutoir à farine, à gruaux.

(1) A l'avenir, la signature de M. Laugier sera la suivante : L.....r.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est par un mouvement de dodinage qu'on polit les clous à tapissier, en les plaçant dans un sac de toile serrée, ou de peau, avec de l'émeri ou autre matière mordante. E. M.

DOIGT (*Technologie*). On appelle *doigt*, en horlogerie, une petite pièce de la cadrature d'une répétition, qui entre à carré sur l'arbre du barillet du ressort du petit rouage. Lorsqu'on pousse le bouton d'une montre, ou qu'on tire le cordon d'une pendule, on fait faire, en arrière, une révolution entière ou partielle au *doigt*. Alors la pièce des quarts est libre, et lorsqu'elle est dégagée par le petit mouvement que le bras de la crémaillère fait faire au tout-ou-rien, elle tombe sur le limaçon des quarts. Après que les heures ont sonné, le *doigt* qui tourne en avant, par l'effet du ressort, rencontre sur sa route une cheville que porte la pièce des quarts, la ramène avec lui, lui fait sonner les quarts, et l'engage de nouveau dans le bras du tout-ou-rien. (*V.* Répétition.) L.

DOIT-ET-AVOIR. Terme de commerce pour la tenue des livres. (*V.* Livres *de commerce.*) L.

DOLEAU (*Technologie*). Outil de fer dont les tailleurs d'ardoise se servent pour lui donner la forme convenable. L.

DOLER (*Technologie*). Ce mot a plusieurs acceptions dans le langage des Arts industriels.

Le Gantier s'en sert comme d'un synonyme de *parer* et *amincir* les morceaux de peaux destinés à faire des gants. Cette opération se fait avant que de tailler les doigts. Il dit *doler les estavillons* (*V.* Estavillons.)

Le Tabletier-Cornetier emploie ce mot, qui ne signifie autre chose, dans son langage, qu'ébaucher à la hache ou à la serpe, les cornes des animaux, pour en faire des cornets à jouer aux dés, au trictrac, etc.

Le Tonnelier exprime, par ce mot, l'action de dégrossir à la doloire, le merrain et les douves des futailles. L.

DOLOIRE (*Technologie*). Espèce de hache dont les tonneliers se servent pour dégrossir les douves et pour amincir les bouts des cerceaux à l'endroit où ils doivent être liés avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'osier. La doloire est garnie d'un manche de bois fort pesant par le bout, pour lui servir de contre-poids. Ce manche rentre en dedans du côté de l'ouvrier, aussi bien que le dos de la doloire où il est emmanché. L.

DOME (*Architecture*). Sorte de Comble en forme de sphéroïde, dont on recouvre un vestibule, un salon, une église, etc.; on le construit en charpente; les pièces de bois sont taillées et assemblées selon des principes qui ne peuvent trouver place ici (*V.* Charpentier). On le recouvre en ardoise, en plomb ou en tout autre métal; souvent on le décore de sculptures et de dorures, et on le surmonte d'un autre dôme plus petit, qu'on nomme *lanterne*. Ceux qu'on voit à Saint-Pierre de Rome, à la cathédrale de Milan, à l'église Sainte-Geneviève et aux Invalides, à Paris, sont des modèles du genre, qui se distinguent par sa hardiesse et son élégance. Les dômes recouvrent ordinairement des tours circulaires; il y en a qui surmontent des bâtimens dont le plan est un polygone régulier. Le plus souvent la forme d'une sphère est préférée à celle qu'on dit être *surmontée* ou *surbaissée*, et qui est engendrée par la révolution d'une demi-Ellipse autour de l'un de ses axes : seulement lorsque le dôme est sphérique, et que les dimensions du bâtiment sont considérables, pour qu'il ne paraisse pas écrasé, vu d'en bas, il faut l'exhausser un peu pour lui conserver sa forme gracieuse. Fr.

DOME. On donne ce nom, dans les laboratoires de Chimie, à la partie supérieure des Fourneaux dits *à réverbère*. Le dôme de ces petits fourneaux est hémisphérique, et se termine par une ouverture circulaire qui lui sert de cheminée : on adapte quelquefois un bout de tuyau à cette cheminée, pour augmenter le tirage. Les dômes peuvent être quadrangulaires ou elliptiques; comme dans les fourneaux de coupelle, ils tirent leurs noms de l'analogie de leur forme avec celle des Dômes (*Architecture*) qui recouvrent certains édifices. P.

DOMINO (*Technologie*). C'est une sorte de papier peint, dont les traits, les dessins et les personnages sont imprimés avec des planches de bois grossièrement faites, puis les couleurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mises dessus avec le patron, comme on le pratique pour les CARTES A JOUER. Le *domino* se fabrique particulièrement à Rouen et en d'autres villes de province. Il ne sert guère qu'aux paysans et aux fabricans de coffres ou coffrets en carton. Tous les *dominos* sont sans goût, sans correction de dessin, encore plus mal enluminés et patronnés de couleurs dures.

On appelle aussi *domino* un jeu dans lequel on emploie des morceaux d'os ou d'ivoire coupés en rectangle, sur une face desquels sont marqués deux numéros, à côté l'un de l'autre, à la manière des dés. Ce jeu est trop connu pour que nous nous attachions à le décrire plus au long.

On appelle encore du même nom, un habit de déguisement formé d'une grande robe fermée par devant depuis la ceinture, et surmonté d'un capuchon qui couvre toute la tête, à l'exception de la figure, et descend sur les épaules et la poitrine comme un collet. On dit *domino bleu, domino rouge*, etc., selon la couleur qu'il porte. Il est ordinairement en taffetas. L.

DOMINOTIER (*Technologie*). C'est l'ouvrier qui fait les *dominos*, les papiers marbrés et les papiers unis d'une seule couleur. (*V.* MARBREUR.) L.

DORAGE ou DORURE (*Technologie*). C'est un mot technique employé par le CHAPELIER et dans plusieurs autres Arts. Ce mot signifie, à proprement parler, parer un ouvrage, lui donner une apparence plus flatteuse à la vue, que si on l'eût laissé dans son état naturel. C'est, en s'exprimant sans déguisement, une opération par laquelle le fabricant cherche à induire en erreur le consommateur, en lui présentant une marchandise qui a une apparence infiniment supérieure à sa véritable qualité.

Le *dorage*, chez le CHAPELIER, consiste à placer sur le fond du feutre, des poils beaucoup plus fins que ceux qui ont servi pour ce fond, et à les y faire adhérer par le foulage. Ce sont les poils longs que l'on aperçoit à la surface, et qu'on y introduit quand le feutre a déjà acquis une consistance suffisante. Lorsque cette *dorure* est bien appliquée, il faut être bien connaisseur pour pouvoir juger de la nature du feutre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Patissier nomme *dorage* ou *dorure* une couche de jaune d'œufs qu'il passe sur ses ouvrages avant de les mettre au four. La chaleur donne à cette surface une couleur jaune foncée qui est plus agréable. L.

DOREUR (*Technologie*). L'art du doreur est exercé par plusieurs ouvriers différens. Il consiste, en général, à couvrir d'or une surface quelconque, à lui donner ou le brillant ou le mat qu'exige la pièce que l'on dore. On applique l'or sur le bois, sur le plâtre, sur le carton, sur le cuir, sur les métaux, tels que le fer, l'étain, l'argent et le bronze. On l'applique aussi sur le papier, sur la tranche des livres, sur leur couverture, et sur beaucoup d'autres substances. On voit que l'*art du doreur*, généralement parlant, comprend plusieurs Arts différens, sur chacun desquels nous allons donner des notions suffisantes.

Dorure a l'huile. On a donné ce nom à cette manière de dorer, parce que l'huile est le fluide dont on se sert exclusivement dans toutes les opérations qu'exige cet art.

Pour dorer à l'huile, on emploie l'*or-couleur*, qui n'est autre chose que le reste des couleurs broyées et détrempées à l'huile qui se trouvent dans le petit vase dans lequel les peintres nettoient leurs pinceaux, et qu'ils nomment *pincelier*. Cette substance est extrêmement grasse et gluante; après l'avoir bien broyée de nouveau et passée à travers un linge fin, elle sert de fond pour appliquer l'or en feuilles (*V.* Batteur d'or). Avec un pinceau, de même que si l'on peignait, on couche cet *or-couleur* sur la *teinte dure*. L'or-couleur est d'autant meilleur qu'il est plus vieux, parce qu'il est plus onctueux. Voilà le procédé qu'on suit ordinairement; celui que nous allons faire connaître est beaucoup meilleur; il nous a été communiqué par un très habile artiste, qui a voulu garder l'anonyme.

1°. Il faut d'abord donner une couche d'*impression*, c'est-à-dire une couche de blanc de céruse broyé à l'huile de lin, dans laquelle on aura fait bouillir de la litharge, et détrempé ensuite avec de l'huile de lin, dans laquelle on aura mis un peu d'huile grasse et très peu d'essence de térébenthine.

2°. On broie très fin, à l'huile grasse, de la céruse calcinée,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et on la détrempe avec de l'essence; ce qui ne se fait qu'au fur et à mesure qu'on s'en sert, parce qu'elle est sujette à s'épaissir. On donne trois ou quatre couches de cette *teinte dure*, uniment et sèchement dans les ornemens et les parties qu'on veut bien dorer. Il faut atteindre les fonds, bien retirer et étendre la couleur le plus également et le plus mince possible.

3°. On prend de l'or-couleur passé au travers d'un linge fin, et, avec une brosse très douce, qui a servi à travailler aux couches à l'huile, on couche cet or-couleur uniment et à sec. Il faut atteindre les fonds de sculpture et les ornemens avec de petites brosses, en ayant soin de retirer les poils qui auraient pu s'en détacher.

4°. Lorsque l'or-couleur est assez sec pour happer seulement l'or en feuilles, on étend celui-ci sur le coussin, on le coupe à morceaux, et l'on dore à fond avec la palette, en appuyant légèrement avec du coton, et ramendant les petits endroits dans les fonds avec de l'or coupé par morceaux, et en l'appuyant avec un pinceau de poil de putois.

5°. Si les dorures sont exposées au dehors, comme des balcons, des grilles, des statues, etc., il ne faut pas les vernir, car la dorure à l'huile se soutient mieux sans vernis. Lorsqu'elle est vernie, et qu'il vient un coup de soleil à la suite d'une grande pluie, la dorure se trouve toute piquée. Lorsque les sujets sont dans l'intérieur, comme des rampes d'escalier, il faut passer sur l'or une couche de vernis à l'esprit de vin, en promenant à côté un réchaud de doreur, et ensuite y poser un vernis gras.

6°. Comme la beauté de la dorure à l'huile dépend principalement de la manière de la vernir, voici comment on s'y prend.

Il faut que l'atelier où l'on travaille soit très chaud; on étend la couche de vernis posément et uniment. Au fur et à mesure qu'on vernit, il faut qu'un autre ouvrier suive par derrière et échauffe l'ouvrage avec un réchaud de doreur, en le promenant plusieurs fois devant la couche, sans s'arrêter au même endroit, de crainte de faire bouillonner le vernis. Cette chaleur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fait revenir l'or, en rendant au vernis toute sa transpar avant d'être sec; sans quoi il deviendrait blanc et louche.

Quand on veut dorer un marbre, comme ordinairem est poli, il n'est pas nécessaire d'y mettre des couches d pression: seulement, s'il est sale, il faut, 1°. le lessiver; mettre une légère couche de vernis gras à polir; 3°. do une couche d'or-couleur; 4°. dorer.

Cette dorure sert pour les dômes, les combles des églises palais, etc., les figures de plâtre et de plomb, les grilles rampes d'escalier, les balcons, etc., etc., en opérant c nous l'avons indiqué lorsque ces objets sont exposés o aux intempéries de l'air ou des saisons.

La *dorure à l'huile* s'emploie aussi sur les équipages les meubles, etc.; on l'appelle alors *dorure à l'huile verni* Voici comment on l'exécute.

On broie très fin du blanc de céruse, moitié ocre jau un peu de litharge, chacun séparément; on détrempe l avec de l'huile grasse coupée d'essence de térébenthine, e étend cette couche d'*impression* uniment et sèchement.

2°. La couche étant bien sèche, on donne plusieurs couch *teinte-dure* (*V.* plus haut, pag. 136-137), jusqu'à dix à do autant que l'ouvrage l'exige; les fonds unis en demanden vantage. On donne ces couches à un jour de distance, e laissant sécher dans un endroit chaud et au soleil. Il fau les fonds soient bien garnis pour masquer les pores du bois

3°. Lorsque l'ouvrage est bien sec, on *adoucit* d'abord une pierre ponce et de l'eau, ensuite avec une serge et ponce en poudre très subtile, jusqu'à ce que la teinte dur sans rayons et unie comme une glace.

4°. Ensuite, avec une brosse de poil de blaireau, on d légèrement et toujours à une chaleur douce, quatre à couches au moins, et jusqu'à dix ou douze au plus, d'un

VERNIS A LA LAQUE.

5°. Lorsqu'elles sont sèches, on polit avec de la prêle les fonds des panneaux et dans les sculptures; ensuite, avec la POTÉE D'ÉTAIN et du TRIPOLI, qu'on détrempe à l'eau,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'aide d'une serge, on polit le vernis, jusqu'à ce qu'il soit brillant comme une glace.

6°. On porte l'ouvrage ainsi poli dans un endroit chaud et à l'abri de la poussière. On donne très légèrement et très uniment une faible couche d'*or-couleur*, sans épaisseur et en adoucissant. On passe cette couche avec une brosse très propre et très douce, qui ne jette ni poil ni ordure. Plus cette couche est mince, mieux elle vaut.

7°. Aussitôt que l'*or-couleur* est assez sec pour happer l'or, ce qu'on reconnaît en posant le dos de la main sur un coin du panneau, on commence à dorer. Pour dorer les grandes parties, on ouvre un livret d'or, on appuie le bord de la feuille sur le mordant, elle s'y applique, et on lâche la feuille à mesure qu'elle s'étend entière sans aucun pli : cela s'appelle *poser au livret*. On place les feuilles les unes à côté des autres ; on en met le moins qu'il est possible, en ayant soin cependant que toute la surface soit couverte. Quant aux petites parties et aux sculptures, il faut les dorer, comme nous l'avons dit, en appuyant l'or avec du coton.

8°. On époussette l'or avec un pinceau très doux, et mieux avec une brosse plate de blaireau, de la largeur de trois doigts, puis on le laisse sécher plusieurs jours.

9°. On vernit l'ouvrage avec un VERNIS A L'OR, à l'esprit de vin; on le pose au réchaud, comme nous l'avons dit plus haut.

10°. Lorsque ce vernis est bien sec, on donne par-dessus deux ou trois couches d'un vernis gras, blanc au copal, ou d'un vernis gras à l'or (*V.* VERNIS), laissant deux jours d'intervalle entre chaque couche.

11°. Enfin, on polit les panneaux avec une serge imbibée de tripoli et d'eau, et on lustre avec la paume de la main, que l'on a frottée avec un peu d'huile d'olive, ayant soin de ne pas user plus une partie que l'autre, de crainte d'atteindre l'or. Si ce sont des trains de voitures ou des meubles, des sculptures qui ne se polissent guère, on donne plus de couches de vernis à l'or, à l'esprit de vin, et deux ou trois couches de vernis gras.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Monteloux-Lavilleneuve, de Paris, qui s'est rendu célèbre par ses doruresà l'huile, en a bruni sur toutes sortes d'objets de métal verni, et a beaucoup perfectionné cet art. V. l'extrait du brevet qu'il obtint, et dont la durée est expir

L'opération du premier procédé de l'auteur consiste à appliquer un mordant sur les pièces vernies et polies. A cet effet on réchauffe la pièce, et on la fait ressuyer dans l'étuve, afin de s'assurer qu'il n'y a pas la moindre humidité sur les parties qu'on destine à être enduites du mordant. Dans cet état parfait de siccité, on place avec précaution, et le plus également possible, tant en quantité qu'en distance, au moyen d'un petit bâton affilé en forme de crayon, des mouches du mordant préparé. Cette opération est faite avec le plus de promptitude possible, afin que les premières gouttes mises ne prennent pas un degré de consistance qui pourrait nuire à la parfaite extension du mordant, laquelle se fait de suite, en se servant d'abord d'un petit tampon de taffetas, et ensuite d'un velours qui étend le mordant et en diminue la quantité au point nécessaire. Sans cette précaution, on noierait l'or en l'appliquant et on lui ôterait le brillant qu'il obtient par l'application.

Le mordant se compose d'*or-couleur* et d'huile cuite dégraissée, mêlés en proportion égale.

Le deuxième procédé consiste à ajouter deux parties de cire à une partie de vernis au mastic, fait d'huile de lin dégraissée et de mastic, qu'on applique de même que le mordant ci-dessus. Lorsqu'il est frotté et étendu, on achève l'extension en l'exposant à la chaleur d'une étuve.

On applique l'or comme pour le troisième procédé, qui consiste à faire un mordant composé d'une partie de vernis blanc au carabé, ou de vernis noir aussi au carabé, et de deux parties d'huile grasse; le tout employé sans essence, de la manière suivante : on couche le mordant au pinceau, on essuie avec un velours, et l'on met un intervalle entre l'application du mordant et celle de l'or. L'usage seul peut enseigner le moment de siccité du mordant pour appliquer l'or.

On applique l'or sur le mordant par le moyen de la *pa*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à dorer, ou du BILBOQUET, ou d'une simple carte, suivant l'habitude de l'ouvrier. L'or une fois appliqué, on appuie dessus avec un morceau de peau bien propre, on repasse ensuite avec un velours bien net, afin d'unir et de donner le brillant nécessaire. On le laisse sécher dans une étuve très douce, et on lui donne après une ou plusieurs couches de vernis gras, ayant attention de ne faire cette dernière opération que lorsque l'or est parfaitement sec, et qu'il n'est plus susceptible d'être imbibé du vernis qu'on y applique, ce qui lui ôterait son éclat. Les couches de vernis que l'on donne par-dessus l'or, servent à le mettre à l'abri des frottemens, et à même d'être lavé en cas de salissures de mouches ou d'autres inconvéniens.

DORURE EN DÉTREMPE. Cette sorte d'industrie exige des ateliers dans lesquels on puisse se garantir de l'ardeur du soleil et des grandes chaleurs de l'été. Il faut aussi éviter de travailler dans les endroits trop humides, dans lesquels il se répandrait des odeurs infectes; car rien n'est plus préjudiciable à ce travail que le gaz hydrogène sulfuré et le gaz ammoniac. Les ouvriers dont l'haleine est forte et puante, ne doivent pas y travailler.

Dix-sept opérations subséquentes, dont plusieurs doivent être réitérées, sont indispensables pour finir un ouvrage de dorure en détrempe; nous allons les décrire le plus laconiquement qu'il nous sera possible.

1°. *Encollage*. On fait bouillir, dans un litre d'eau, une bonne poignée de feuilles d'absinthe, et deux ou trois têtes d'ail. Le liquide réduit à moitié et passé à travers un linge, on ajoute une demi-poignée de sel de cuisine, et deux décilitres de vinaigre. Cette composition, qui a pour but de dégraisser le bois, de le disposer à mieux recevoir les apprêts, à préserver le bois de la piqûre des vers, et à tuer ceux qui pourraient y être, cette composition, disons-nous, est mêlée avec autant de bonne colle bouillante. On l'emploie dans cet état pour encoller les bois bien chaudement, avec une brosse courte de poil de sanglier.

Quand on doit dorer le plâtre ou le marbre, on emploie la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même composition, mais on ne met pas de sel, parce que dans les lieux humides, le sel sort à l'état d'une poussière blanche et saline sur la dorure. Le sel est indispensable pour le bois. On passe deux encollages; le premier de colle faible, afin qu'elle entre bien dans le plâtre ou dans le marbre, et l'humecte le coup; le second de colle plus forte.

2°. *Appréter de blanc.* C'est couvrir le bois encollé de huit, dix, douze couches de blanc de Bougival, vulgairement appelé *blanc d'Espagne*, selon que l'ouvrage et la défectuosité du bois et des sculptures peuvent l'exiger, ayant soin que les parties saillantes, qui doivent être brunies, soient bien garnies de blanc, car le bruni de l'or en est plus beau. Voici les précautions à prendre pour ces diverses couches.

On prend un litre de colle de parchemin très forte, on y ajoute un quart de litre d'eau; on fait fortement chauffer, on y ajoute, petit à petit, deux bonnes poignées environ de blanc passé au tamis de soie; on laisse infuser pendant une demi-heure, ensuite on agite fortement pour le bien délayer, et l'on donne la première couche très chaude, en *tapant* fortement avec la brosse, afin qu'il ne reste pas trop d'épaisseur en quelques endroits. Il faut de même aller, en tapant, dans les fonds de sculpture avec une petite brosse, et faire en sorte que cette couche de blanc soit donnée légèrement, et néanmoins que le bois en soit si bien couvert, qu'on ne l'aperçoive plus. Cette opération de taper avec la brosse, en appliquant toutes les couches de blanc, est indispensable pour lier toutes ces couches les unes avec les autres, et n'en faire qu'un tout homogène. L'expérience a appris que le blanc se détache par couches lorsqu'on n'a pas pris cette précaution.

Les couches de blanc, qu'on applique après la première, sont préparées de la même manière; on emploie la colle moins forte, sans y ajouter de l'eau, et il suffit que la colle soit bien faite et que le mélange soit bien fait. On ne passe la couche suivante qu'après que la précédente est parfaitement sèche; il faut que les couches soient bien égales entre elles, et que la colle soit aussi toutes de la même force, sans cela la couche forte supérieure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entraînerait la couche faible qui serait au-dessous, et l'apprêt tomberait par écailles.

La dernière couche de blanc doit être donnée un peu chaude, un peu plus claire que les autres, et en adoucissant légèrement avec la brosse.

3°. *Reboucher et peau-de-chienner.* Après avoir passé une couche de blanc, et avant d'en passer une seconde, on doit examiner l'ouvrage, abattre les petites proéminences qui peuvent s'y trouver, boucher les petits creux et les autres défectuosités qui peuvent se trouver dans le bois; ce qui se fait avec un mastic formé de blanc et de colle pétris ensemble, qu'on appelle *gros-blanc;* ensuite, on y passe une peau de chien de mer, et l'on ôte les barbes du bois.

4°. *Poncer et adoucir.* Avec de l'eau très fraîche, à laquelle on ajoute même de la glace pendant l'été, on mouille les apprêts de blanc par petites parties, avec la brosse qui a servi à ces apprêts; ensuite avec des pierres ponces, soit plates pour les panneaux, soit arrondies pour aller dans les moulures, et avec de petits bâtons très minces préparés pour vider les moulures qui peuvent être engorgées de blanc, on frotte légèrement les parties blanches, ce qui lisse la surface et la rend douce au toucher. En même temps, avec une brosse douce qui a servi au blanc, on lave au fur et à mesure qu'on adoucit, pour ôter la boue qui se forme; on enlève l'eau avec une éponge, et avec le doigt on détache tous les grains qui peuvent s'y trouver. Cette opération est très délicate et importante. On passe dessus une toile rude pour nettoyer le tout, ayant soin que les parties carrées, ainsi que les tranches, soient très unies, et que les onglets soient évidés et bien coupés d'angle.

5°. *Réparer.* L'ouvrage adouci, poncé et sec, on rend à la sculpture sa première beauté, en lui restituant les coups fins et délicats du ciseau; c'est ce qu'on appelle *refendre* et *réparer.* Cette opération doit être faite par un répareur habile, qui fait reparaître sur le blanc tous les traits de la sculpture, comme si elle sortait des mains du sculpteur.

6°. *Dégraisser.* C'est rendre au blanc sa première propreté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On dégraisse en passant légèrement un linge mouillé sur les parties qui doivent être mattes ou brunies, ne passant que la brosse douce et mouillée sur les réparures; on lave le tout à une petite éponge douce, en prenant garde qu'il ne reste aucun grain ni aucun poil de brosse.

7°. *Préler.* C'est frotter avec de la prêle les parties qui doit jaunir pour les rendre plus douces. L'ouvrage dégraissé sec, on prêle légèrement, c'est-à-dire qu'on lisse toutes les parties unies avec de la prêle, ayant bien soin de ne pas mettre blanc.

Depuis quelques années, on se dispense de faire sculpter à place les objets qui doivent paraître en bas-reliefs dorés, et on supplée à moins de frais, par des sculptures moulées. Voici en quoi consiste ce procédé : on a des moules en plâtre, ou mieux en soufre, qui portent en creux les sujets que l'on se propose de placer sur les fonds. Après avoir graissé suffisamment les moules, on les remplit d'une pâte faite avec du *gros blanc*, c'est-à-dire du blanc pétri avec de la colle. On presse fortement cette pâte avec les doigts, pour qu'elle prenne bien tous les traits les plus délicats de la sculpture, et, avec une lame tranchante, on enlève toute la pâte qui dépasse le moule, afin que cette surface soit bien plane; et on laisse sécher assez pour que les traits ne s'effacent pas, mais pas trop, afin que la pâte conserve assez de flexibilité pour s'appliquer facilement sans se rompre, sur une surface convexe ou concave. Alors, avec un peu de colle, on la pose à la place qu'elle doit occuper, et on l'y assujettit en appuyant avec du coton. Les cadres qui se fabrique aujourd'hui sont tous faits de cette manière, qui est très économique et produit un plus bel effet que la sculpture, parce que les traits en sont plus réguliers, et n'ont pas besoin d'être réparés. Ces sculptures moulées se placent après qu'on a réparé et dégraissé les fonds, lorsque le tout est bien sec.

8°. *Jaunir.* C'est mettre une teinture jaune sur un ouvrage de dorure apprêté de blanc et prêlé. On prend un quart de litre de colle de parchemin, nette, blanche, claire comme du cristal, moitié moins forte que celle pour les apprêts; on fait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chauffer, et l'on y délaie deux onces d'ocre jaune broyée très fin à l'eau. On laisse reposer. On décante le clair, qui donne une teinture jaune, qu'on fait chauffer et qu'on emploie très chaude, avec une brosse douce et bien nette, pour jaunir tout l'ouvrage. On passe légèrement, pour ne pas détremper le blanc. Cette teinte jaune sert à remplir les fonds, où quelquefois l'on ne peut pas entrer; elle sert aussi de mordant pour tenir l'assiette et happer l'or.

9°. *Égrainer*. Le jaune posé et sec, on frotte légèrement avec de la prêle tout l'ouvrage, pour en ôter les grains et les poils de brosse qui peuvent s'y trouver; la surface doit être unie, sans la moindre inégalité.

10°. *Coucher d'assiette*. L'*assiette* est une composition sur laquelle on pose l'or; elle est composée de bol d'Arménie, une livre; de sanguine, deux onces; autant de mine de plomb d'Angleterre, broyés séparément à l'eau. On mélange le tout, et on le rebroie dans une cuillerée environ d'huile d'olive. L'assiette bien faite et bien gouvernée fait la beauté de la dorure.

On détrempe l'*assiette* dans une colle de parchemin légère, belle et très nette, passée et tamisée, afin qu'il n'y ait aucune matière étrangère. On la fait un peu chauffer; on en donne trois couches avec une petite brosse de soie de porc, longue, mince, faite exprès, dont le poil est très doux. On étend les couches sur les parties que l'on veut brunir, et sur celles qui doivent rester mattes, en évitant d'en laisser entrer dans les fonds.

11°. Frotter. Lorsque les trois couches d'assiette sont bien sèches, on les frotte avec un linge neuf et sec, dans les grandes parties unies, et dans les endroits qui doivent rester mats; ce qui fait que l'or qu'on ne doit pas brunir, s'étend, devient brillant, et fait couler l'eau dessus? sans former de taches.

On donne ensuite, sur les parties qui n'ont point été frottées avec le linge, et qu'on veut brunir, deux couches de la même assiette détrempée à la colle, dans laquelle on verse une goutte d'eau pour la rendre plus douce. L'ouvrage est prêt alors à recevoir l'or.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12°. *Dorer.* On prend un livret d'or (*V.* Batteur d'or), on coupe les feuilles sur le coussin (1) de la grandeur convenable à la place qu'on veut dorer, à l'aide de pinceaux de différentes grosseurs; on mouille l'ouvrage avec de l'eau claire pure, et surtout très fraîche et très nette; dans l'été on y ajoute de la glace; on change d'eau toutes les demi-heures; on ne mouille, qu'au fur et à mesure, la place sur laquelle on veut poser l'or. Il faut toujours dorer les fonds avant les parties supérieures et éminentes.

La feuille étant posée, on fait passer, avec un pinceau, de l'eau derrière la feuille qu'on vient de poser, en appuyant sur le petit bord, faisant en sorte qu'il n'en passe pas par-dessus ce qui tacherait l'or, surtout aux parties qu'on veut brunir; cette eau étend la feuille. Ensuite on halète dessus légèrement; avec le bout d'un pinceau on retire l'eau qui aurait pu s'amasser, car elle ferait détremper l'assiette et les apprêts dessous.

13°. *Brunir.* C'est polir et lisser fortement l'or avec un instrument nommé Brunissoir, que nous avons décrit à l'article Brunisseur. Ce brunissoir est en pierre sanguine (hématite rouge). *V.* T. III, page 584.

14°. *Matter.* C'est passer légèrement de la colle sur les endroits qui ne doivent pas être brunis. Cette opération conserve l'or et l'empêche de s'écorcher. La colle doit être un peu chaude, mais pas trop, et moitié moins forte que celle avec le jaune. Il ne faut passer qu'une seule fois sur l'or, excepté bien dans les petits fonds de sculpture, ce qui matte et appuie l'or.

15°. *Ramender.* Il arrive quelquefois qu'en dorant on a oublié de mettre de l'or dans des petits fonds, ou qu'en mettant la colle, on a enlevé quelques parties d'or; il faut alors y poser de petits morceaux avec un pinceau à ramender, après avoir mouillé la place avec un petit pinceau humecté. Les

(1) *Voyez* au mot Argenteur, T. II, page 150, où nous avons décrit le *coussin* ou coussinet avec *figure*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le ramendage est sec, on passe un peu de colle sur chaque endroit.

16°. *Vermeillonner*. C'est coucher de vermeil, pour donner à l'ouvrage du reflet et une couleur d'or moulu.

Le *vermeil* est un liquide qui donne du reflet et du feu à l'or, et qui fait paraître l'ouvrage vermeillonné, comme s'il était doré d'or moulu; on le compose ainsi qu'il suit : deux onces de rocou, une once de gomme gutte, une once de vermillon, une demi-once de sang-dragon, deux onces de cendres gravelées, dix-huit grains de beau safran. On fait bouillir le tout dans un litre d'eau, à petit feu, jusqu'à ce qu'il soit réduit d'un quart. On passe la liqueur par un tamis de soie ou de mousseline.

On trempe un petit pinceau très fin dans le vermeil; on le passe légèrement, avec goût et propreté, sur tous les refends, les carrés et les petites épaisseurs; on ne doit pas en mettre trop, ce qui formerait des noirs; il ne faut que glisser simplement sur l'or.

17°. *Repasser*. On passe une seconde couche de colle à matter sur tous les *mats*, mais plus chaude que la première : c'est ce qui appuie et termine l'ouvrage.

Voilà comment on dore en détrempe lorsqu'on veut faire de bel et bon ouvrage. Les détails que nous avons donnés sont exacts; ils sont nécessaires et essentiels pour la perfection. L'ignorance ou l'avidité du gain les sacrifient souvent; et, pour s'épargner des soins ou multiplier les produits, on vend, dans beaucoup d'endroits, des dorures à toutes sortes de prix; mais il est facile de connaître l'ouvrage que l'impéritie ou la mauvaise foi ont dirigé.

M. Janin, célèbre doreur de Paris, perfectionna l'art de la dorure. Il prit un brevet, dont nous pouvons donner un extrait, aujourd'hui que sa durée est expirée. Cet habile artiste s'est attaché à remédier aux inconvéniens occasionnés aux apprêts de la dorure qui, s'appliquant sur le bois, en sont souvent séparés ou par les corps gras, ou par l'humidité qui fait tourmenter certains bois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour empêcher que le bois, s'il est encore vert ou humide dans l'intérieur, ne se tourmente, il l'enduit d'une composition d'huile de lin bouillante, mêlée avec de l'essence de térébenthine; et comme cette préparation empêcherait les apprêts de la dorure de s'attacher au bois, il colle, avec une substance composée d'huile grasse et de colle de poisson ou de Flandre, de la toile fine sur toutes les parties qui doivent être dorées. Il faut avoir soin de doubler les parties appliquées sur les joints et les endroits où sont placées les chevilles. On fait ensuite tous les apprêts de la dorure, et l'on procède à toutes les opérations en employant de l'or plus épais.

Lorsque l'ouvrage est fini, on donne deux couches de couleur à l'huile aux parties qui ne sont pas dorées; on passe sur toutes les parties dorées une composition huileuse, faite avec de l'huile de lin et de l'essence tirée à clair, qui ne donne ni vernis ni couleur à l'or. Comme elle ternit un peu le brun, il faut le polir de nouveau. Cette composition, appliquée bouillante, bouche les pores de l'or sur le mat, et pénètre au travers de ceux de l'or bruni. Par ces moyens, on prévient et l'on empêche les défauts que l'humidité ou la sève donne au bois, et particulièrement son effet hygrométrique, puisque le bois est entouré de corps gras qui ne permettent pas aux parties aqueuses de s'évaporer; il empêche en outre l'humidité ou la sécheresse de faire gonfler ou retirer le bois, quand même les apprêts auraient été exposés à l'humidité ou à la chaleur, ce dont on peut néanmoins préserver la dorure.

Dorure sur bronze. L'art du doreur sur bronze a été parfaitement décrit par le savant et modeste M. D'Arcet, qui est parvenu à garantir parfaitement les ouvriers des émanations mercurielles, et des gaz délétères qu'ils respiraient dans les ateliers, avant que ce célèbre académicien n'eût porté l'assainissement dans ces lieux de souffrances. Nous engageons le lecteur à consulter l'ouvrage de ce savant philantrope, intitulé *Mémoire sur l'art de dorer le bronze*, qui, en 1818, remporta le prix à l'Académie des Sciences; notre cadre ne nous permet pas de donner à notre description tous les détails dans lesquels

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'auteur est entré ; cependant tout y est utile. Nous allons en extraire tout ce qui nous sera nécessaire pour faire concevoir les opérations du doreur, et les améliorations que M. D'Arcet a introduites dans cet art; et pour les détails importans, nous renvoyons au Mémoire même.

L'art du doreur consiste à appliquer sur la surface du bronze une couche d'or, à l'aide du mercure avec lequel on l'amalgame, et à l'y fixer par la chaleur. On brunit ensuite ou l'on met au mat les diverses parties de l'ouvrage, selon que le goût l'exige.

L'Or doit être pur ou presque pur; il doit être réduit en lames très minces, soit au marteau, soit au laminoir, afin de favoriser l'action du mercure, et pour rendre plus facile la dissolution de l'or dans ce métal.

Le Mercure doit être, aussi, parfaitement pur; s'il ne l'était pas, les métaux étrangers qu'il contiendrait seraient déposés avec l'or sur la surface du bronze, et y détruiraient tout l'effet de la dorure, ou lui donneraient une teinte désagréable. Pour apprendre à distinguer si ce métal est pur ou non, *V.* le mot Mercure.

Préparation de l'amalgame d'or. L'ouvrier pèse l'or fin qu'il veut dissoudre dans le mercure; il le met dans un petit Creuset, sur un feu de charbon de bois allumé sur la paillasse de la forge; il fait légèrement rougir le creuset, et y verse la quantité de mercure nécessaire. Il agite le mélange avec une baguette de fer recourbée en crochet, en laissant le creuset sur le feu, et le retire quelques minutes après, lorsqu'il sent que la combinaison est achevée; il verse alors l'amalgame dans une petite terrine qui contient de l'eau, le lave avec soin, et en exprime, en le comprimant avec ses deux pouces contre les parois du vase où s'est fait le lavage, tout le mercure coulant qui peut ainsi s'en séparer.

L'amalgame qui reste sur les bords inclinés du vase est pâteux, au point de conserver l'empreinte des doigts. On le garde à l'abri de la poussière, et on l'emploie pour en couvrir les pièces de bronze qu'on veut dorer, comme nous le dirons plus bas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Plus la proportion de mercure est grande par rapport à l'or, et plus la couche d'or qu'il laissera sur la pièce où elle sera appliquée sera mince, *et vice versâ*. De là il est facile de conclure qu'on peut faire des amalgames dans toute proportion. L'ouvrier met ordinairement environ 8 parties de mercure contre une d'or. C'est par conséquent un amalgame avec excès de mercure qu'il prépare; car, après qu'il l'a comprimé dans la peau de chamois, il abandonne facilement assez de mercure pour ne plus contenir, au cent, que

Mercure.....	33
Or.....	67
	100.

Le mercure qui coule et se sépare de l'amalgame sous la pression des doigts, contient beaucoup d'or en dissolution; c'est un amalgame avec un grand excès de mercure : on s'en sert, soit pour faire de nouvel amalgame, soit pour couvrir les pièces de cuivre qui n'ont besoin que d'être très légèrement dorées.

Quoique nous nous proposions de réunir dans un seul article tous les perfectionnemens que M. D'Arcet a proposés pour assainir l'art du doreur, nous dirons en passant que l'ouvrier doreur éviterait une cause d'insalubrité en ne comprimant son amalgame qu'au moyen d'une peau de chamois, et en se couvrant les mains avec des gants de peau, comme le lui a conseillé ce savant philantrope.

Préparation de la dissolution mercurielle. L'amalgame d'or s'applique sur le bronze au moyen de l'acide nitrique pur tenant en dissolution un peu de mercure. Voici un des procédés proposés par M. D'Arcet.

On met dans un matras de verre 100 grammes de mercure et 110 grammes d'acide nitrique pur à 36°; on porte le matras sous le manteau de la forge, dans l'endroit où le courant d'air est le plus fort; et on l'y laisse jusqu'à ce que la dissolution

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit complète. On verse cette dissolution dans une bouteille propre, et l'on y ajoute cinq litres et demi d'eau distillée, ou d'eau de pluie; on agite bien le mélange, et on le garde pour le besoin.

Dorure. Ces diverses préparations faites, on procède à la dorure.

1°. L'ouvrier recuit la pièce de bronze qu'il veut dorer, après qu'elle est sortie des mains du tourneur et du ciseleur. Pour cela, il la pose sur des charbons de bois allumés, et l'entoure de charbon, et surtout de mottes à brûler, qui donnent un feu plus égal et moins vif; il la couvre entièrement, afin qu'elle s'oxide moins. Il veille à ce que les parties minces de la pièce ne se chauffent pas plus que les parties épaisses. Il est bon de faire cette opération dans un endroit obscur. Lorsque la pièce est portée à la couleur rouge-cerise, l'ouvrier enlève le combustible qui l'entoure, prend la pièce avec des pinces à longues branches, et la met à refroidir à l'air et lentement.

2°. *Dérochage* ou *décapage*. Cette opération a pour but d'enlever de la surface de la pièce de bronze recuite, la couche d'oxide qui s'y est formée.

On trempe la pièce dans un baquet rempli d'acide sulfurique très étendu d'eau; on l'y laisse assez long-temps pour que la couche d'oxide soit bien dissoute ou au moins délayée, et on l'y frotte avec une brosse rude. Lorsque la pièce est bien décapée, on la lave et on la fait sécher. Sa surface est encore irisée; on la trempe alors dans de l'acide nitrique à 36°, et on l'y frotte avec un pinceau à longs poils. Cette opération met le métal à nu, mais ne le rend pas *blanc*, comme le disent les ouvriers. Pour lui donner tout l'éclat métallique, on passe enfin la pièce dans un bain d'acide nitrique à 36°, auquel on ajoute un peu de suie ordinaire et de sel marin. Cette dernière circonstance a fait avec raison penser à M. D'Arcet qu'on pouvait dérocher parfaitement en employant l'acide sulfurique et l'acide muriatique en place de l'acide nitrique, qui attaque le cuivre pur avec beaucoup plus de facilité et d'énergie que ne le font ces deux acides. Dans tous les cas, dit-il, le dérochage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien fait ne doit dissoudre que l'oxide formé à la surface de la pièce pendant le recuit, et ne doit attaquer en aucune manière le métal; ce qu'il est difficile d'empêcher lorsqu'on dérouche le bronze en se servant d'acide nitrique.

La pièce étant bien dérochée, on la lave avec soin à grande eau, et on la roule dans de la tannée, du son ou de la sciure de bois, pour la sécher complètement, et pour éviter ainsi l'oxidation que l'humidité déterminerait à sa surface.

La pièce, en sortant du dérochage, doit paraître parfaitement écurée et dégagée d'oxide; le métal doit être partout à nu et avoir une belle teinte jaune-pâle; sa surface doit être grenue ou légèrement dépolie. Si elle était trop unie, l'or n'y adhérerait que difficilement; si elle était trop rayée ou trop fortement dépolie, la dorure emploierait beaucoup d'or et coûterait trop cher.

3°. *Application de l'amalgame.* La pièce étant bien dérochée, on y applique l'amalgame, qu'on a mis dans un plat de terre non vernissé et d'un grain grossier. On trempe la *gratte-bosse à dorer*, ou pinceau fait avec des fils de laiton (fig. 1, Pl. 24) dans la dissolution nitrique de mercure dont nous avons parlé.

On appuie avec la gratte-bosse sur l'amalgame que l'on a déposé sur la paroi légèrement inclinée du plat de terre; on attire la gratte-bosse à soi, et on la charge ainsi d'une quantité convenable d'un amalgame que l'on porte de suite sur la pièce qu'il s'agit de dorer. On l'y étend avec soin en trempant de nouveau, si cela est nécessaire, la gratte-bosse dans la dissolution mercurielle, et ensuite dans l'amalgame. L'ouvrier intelligent répartit également ou inégalement l'amalgame sur la pièce, selon que les diverses parties doivent recevoir plus ou moins d'or.

On lave ensuite la pièce à grande eau; il faut que l'eau soit propre et qu'elle n'ait pas servi à des lavages antérieurs; on la fait sécher, et on la porte au feu pour faire volatiliser le mercure. Si la première couche de dorure ne suffit pas, on lave de nouveau la pièce, et l'on recommence l'opération jusqu'à ce qu'on soit satisfait de l'ouvrage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4°. *Volatilisation du mercure.* Lorsque la pièce est bien recouverte d'amalgame, le doreur l'expose sur des charbons allumés; il la retourne, l'échauffe peu à peu au point convenable, la retire du feu, la prend avec la pincette à longues branches, appelée *moustache*, la met dans la main gauche qui est garnie d'un gant de peau épais et matelassé, pour éviter de se brûler, et la tourne et retourne en tous sens en la frottant et la frappant à petits coups avec une brosse à longs poils (fig. 2). Il répartit ainsi également la couche d'amalgame.

Il remet la pièce au feu et la traite de la même manière jusqu'à ce que le mercure soit entièrement volatilisé, ce qu'il reconnait au bruit que fait une goutte d'eau qu'il jette sur la pièce, et au temps qu'elle met à se vaporiser. Pendant ce temps il répare les endroits défectueux, ayant bien soin de ne volatiliser le mercure que très lentement. La pièce, amenée à l'état de dorure parfaite, est lavée et gratte-bossée avec soin, dans une eau acidulée avec du vinaigre.

Si la pièce doit avoir des parties brunies et d'autres mises au mat, on couvre les parties qui doivent être brunies avec un mélange de blanc d'Espagne, de cassonnade et de gomme délayée dans de l'eau. Cette opération s'appelle *épargner*. Lorsque le doreur a épargné les *brunis*, il fait sécher la pièce, et la porte à un degré de chaleur suffisant pour chasser le peu de mercure qui pourrait encore y rester; ce qui lui est indiqué par la couleur que prend la pièce, et par la teinte noirâtre que prend l'*épargne*. Alors il la plonge, lorsqu'elle est encore un peu chaude, dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique; il la lave ensuite, l'essuie et lui donne le *bruni*.

5°. Le *bruni* se fait en frottant la pièce avec des Brunissoirs d'hématite ou de pierre sanguine. L'ouvrier trempe son brunissoir dans de l'eau acidulée avec du vinaigre, et frotte la pièce toujours dans le même sens, en allant et venant, jusqu'à ce qu'elle présente un beau poli et tout l'éclat métallique. Lorsqu'elle est bien *brunie*, l'ouvrier la lave dans de l'eau froide, l'essuie avec un linge fin, et termine l'opération en la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faisant sécher lentement sur un grillage posé sur un réch… chargé de braise allumée.

6°. Le *mat* se donne comme il suit : la pièce, couverte … *pargne* sur les parties qui doivent être brunies, si elle doit … avoir, est attachée, avec du fil de fer, à l'extrémité d'une … de fer ; on la fait chauffer fortement pour teindre en … l'*épargne*, c'est-à-dire en caramélisant la cassonnade et en … lant un peu la gomme qui entrent dans cette composition … pièce dorée prend alors une belle teinte d'or ; on la couvre … un mélange de sel marin, de nitre et d'alun liquéfiés dans … seule eau de cristallisation que ces sels contiennent. On … la pièce au feu et on la chauffe jusqu'à ce que la couche … qui la couvre devienne homogène, presque transparente … entre en véritable fusion ; on retire alors la pièce du feu … la plonge subitement dans de l'eau froide, qui en sépare … couche saline et doit même enlever la couche de l'*épargne* … passe alors la pièce dans de l'acide nitrique très faible, … lave à grande eau et on la fait sécher en l'exposant soit à … soit sur le réchaud à sécher, ou en l'essuyant légèrement … des linges propres et secs.

7°. *De la couleur d'or moulu.* Lorsqu'on veut mettre … pièce de bronze, dorée, en couleur d'*or moulu*, on la … bosse un peu moins que de coutume ; on la fait *revenir* … chauffant plus fortement que si l'on voulait la mettre au … et on la laisse un peu refroidir. On délaie avec du vinaigre … couleur d'*or moulu* qui est un mélange de sanguine, d'… de sel marin. On prend cette composition avec un pinceau … on en couvre la pièce de bronze dorée, en ayant soin de ré… les *brunis* : on la met sur des charbons allumés, on active … peu le feu au moyen d'un soufflet, et on la laisse chauffer … qu'à ce que la couleur commence à noircir. La pièce doit … assez chaude pour que l'eau jetée dessus s'y réduise en va… avec bruit. On retire alors la pièce du feu et on la plonge … l'eau froide ; on la lave bien et on égalise la couleur orangée … présente la dorure, en frottant la pièce avec un pinceau im… de vinaigre si la pièce est unie, et d'acide nitrique faible si …

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est gravée ou chargée de ciselure. Dans les deux cas on lave la pièce à grande eau et on la fait sécher sur un feu doux.

8°. *De la couleur d'or rouge.* Lorsqu'on veut donner à la pièce dorée la couleur rouge que présente l'alliage triple d'or, de cuivre et d'argent, employé pour la fabrication des bijoux, on la soumet à l'opération dont voici le détail.

On prend la pièce en sortant de la forge à *passer*, étant dorée sur *buis* (1) et encore chaude; on l'attache après un fil de fer; on la trempe dans la composition connue sous le nom de *cire à dorer*, qui est formée de cire jaune, d'ocre rouge, de vert-de-gris et d'alun; on la porte sur un feu de charbon de bois allumé; on fait chauffer fortement la pièce, et on favorise l'inflammation du mélange qui la recouvre en jetant quelques gouttes du même mélange sur les charbons ardens; on la tourne et retourne sur le feu de manière à ce que la flamme soit partout également vive. Lorsque toute la cire de la couleur est brûlée, et que la flamme s'éteint, on plonge la pièce dans l'eau, on la lave et on la gratte-bosse avec du vinaigre pur. Si la couleur n'est pas belle et bien égale de teinte, on couvre la pièce de vert-de-gris délayé dans du vinaigre, on la fait sécher sur un feu doux, on la plonge dans l'eau et on la gratte-bosse avec du vinaigre pur, ou même avec un peu d'acide nitrique faible si la teinte que présente la pièce est trop noire. On lave alors la pièce dorée, on la brunit, on la lave de nouveau, on l'essuie avec un linge fin, et on la fait sécher sur un feu doux.

Dans la description que nous venons de donner de l'*art du doreur*, et pour lequel nous avons toujours employé le langage de M. D'Arcet, nous avons fait connaître les manipulations qu'il emploie; mais il nous reste à décrire les améliorations que ce savant philanthrope a apportées pour assainir un art qui, avant ces heureux changemens, moissonnait une infinité d'ouvriers dans leur jeunesse, ou les rendait impotens après quelques années de travail.

(1). L'ouvrier doreur appelle *buis*, l'application de l'amalgame: il dit, faire 1, 2, 3, etc., *buis* sur une pièce, dorer une pièce à 1, 2, 3, 4, etc., *buis*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a déjà lu, au mot Assainissement (tome 2, pag. 30[illegible] moyens ingénieux que M. D'Arcet a employés pour assain[illegible] laboratoires de la Monnaie, et les fosses d'aisances. On a [illegible] en a fait une heureuse application à la salle de l'Opéra. Le [illegible] cipe de cette ventilation a été décrit dans le même article, [illegible] nous avons renvoyé à celui-ci pour faire connaître les am[illegible] tions que notre auteur a apportées dans l'art qui nous occ[illegible] nous suffira de donner le plan avec tous les détails d'un [illegible] complet de dorure, tel qu'on les construit aujourd'hui à P[illegible] depuis dans toute la France, d'après les plans que M. D'[illegible] développés dans son savant Mémoire sur l'art de dorer le[illegible]

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans tou[illegible] figures.

Pl. 24, fig. 3. Élévation, vue de face, d'une forge de dore[illegible] plète.

P, Fourneau d'appel servant en même temps à chau[illegible] poêlon au *mat*.

F, Cendriers de ce fourneau.

N, N, Cheminée de ce fourneau qui est construite en b[illegible] jusqu'au rétrécissement de la grande cheminée S de la for[illegible] qui se termine par un tuyau de tête montant à deux ou trois au-dessus de ce rétrécissement.

B, Forge à recuire les pièces de bronze. On peut aussi [illegible] rocher à blanc les pièces dérochées à l'eau seconde, y faire [illegible] les pièces de bronze dorées, et y pratiquer toutes les autres [illegible] rations nuisibles que nécessitent la préparation des matières [illegible] mières et l'exploitation des déchets d'atelier.

C, Cheminée qui établit une communication entre le fo[illegible] recuire B et l'espace D qui est au-dessous de cette forge. [illegible] cheminée sert à porter les vapeurs nuisibles du dérochage [illegible] la grande cheminée de l'atelier. On voit, en G, fig. 4, comm[illegible] est placée.

U, Baquet à dérocher.

A, Forge à *passer*.

R, Plateau aux *brossures*.

E, E, Charbonniers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

O, Forge à mettre au *mat.*

G, Fourneau à mettre au *mat.*

M, Ouverture réservée dans le bas de la cheminée du fourneau d'appel. On s'en sert pour introduire le col du ballon dans lequel on prépare la dissolution mercurielle, et pour porter ainsi plus rapidement dans le haut de la cheminée les vapeurs nuisibles qui se dégagent pendant cette opération. Lorsque le fourneau d'appel est placé dans la forge à recuire ou dans la forge à *passer*, on peut se servir de cette ouverture M pour rendre la préparation de l'amalgame moins dangereuse : il suffit pour cela d'ôter le tampon qui ferme cette ouverture, et de placer au-dessous le creuset entouré de feu, où se prépare l'amalgame; le courant d'air est alors si fort, que toutes les vapeurs sont rapidement entraînées par la fente M.

I, Tonneau dans lequel se plongent les pièces de bronze dorées que l'on met au *mat.* On voit que ce tonneau est placé sous un manteau particulier, et que les vapeurs en sont entraînées, par le courant d'air, dans la cheminée générale.

J, J, Châssis garnis de carreaux de verre : ils servent à rétrécir l'ouverture des forges sans empêcher d'y voir clair.

On peut les rendre fixes ou mobiles à volonté. La meilleure manière est de les rendre mobiles verticalement, comme le sont les fenêtres à coulisses. On aide alors l'ascension et la descente du châssis au moyen de crémaillères, ou, ce qui est mieux, de contrepoids placés à droite et à gauche, et en dedans ou en dehors de la forge, suivant les localités. L'ouvrier trouve ainsi le moyen d'agmenter l'ouverture de la forge, suivant la grandeur des pièces qu'il a à dorer.

H, H, Rideaux en grosse toile servant à fermer à volonté, en tout ou en partie, une ou plusieurs des forges, et à accélérer le courant d'air aux endroits où les rideaux ne sont point tirés.

On voit qu'ici la cheminée générale et la forge sont divisées en quatre compartimens, au moyen de languettes montant un peu moins haut que le tuyau du fourneau d'appel. Ce fourneau commande ainsi le tirage également dans les quatre cheminées partielles et en régularise le jeu. Les lignes ponctuées que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on voit tracées dans le haut de la figure indiquent bien... disposition, que l'on distingue encore mieux dans la figure... cette planche.

Fig. 4. Plan général de la même forge de doreur.

C, Cheminée servant à conduire les vapeurs du baquet... rocher dans la forge à recuire.

Q, Ouverture pratiquée au-dessus du fourneau d'appel... servant à chauffer le poêlon au *mat*.

G, Plan du fourneau où les pièces de bronze dorées se... au *mat*. On voit en plan le cadre en briques qui sert à ... charbon sur la grille du fourneau.

Fig. 5. Coupe verticale de la même forge.

Cette coupe est destinée à bien indiquer la manière... quatre compartimens de la forge générale sont disposés, et... voir la cheminée du fourneau d'appel, et sa position par ... à toutes les autres parties de l'appareil.

Fig. 6. Coupe d'un tuyau de cheminée ordinaire.

V. Tuyau de tôle coudé et tel qu'on doit l'employer, soit... serve à un poêle, soit qu'il fasse partie d'un appareil à ... petites pièces. Dans ce dernier cas, on peut en rendre le ... constant, en plaçant un quinquet X au-dessous de ce tuyau... en introduisant le haut du verre du quinquet dans un trou... tiqué à la partie inférieure du tuyau de tôle, comme on l'... dans cette figure.

Les précautions que vient d'indiquer ici M. D'Arcet, ... construction de cette forge ingénieuse, ne produiraient... effet, si l'on ne laissait affluer dans la pièce où elle se ... assez d'air du dehors pour pouvoir continuellement rem... celui qui est entraîné vers la partie supérieure du bâtiment.

On donne ordinairement de l'air dans les pièces où les ... fument, ajoute notre auteur, en en ouvrant les portes ... croisées. Cette méthode introduit dans la chambre une trop ... quantité d'air à la fois, et y forme surtout des courans ... et irréguliers qui s'opposent souvent à l'effet qu'on veut pro... Il est préférable d'établir, à chaque croisée de l'atelier, un ... vasistas à soufflet, s'ouvrant en dedans, et placé au haut ...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

croisée. L'air extérieur qui entre dans l'atelier, en passant par ces vasistas, se mélange à l'air le plus chaud qui se trouve toujours vers le plafond, s'échauffe ainsi et n'abaisse point la température du bas de l'atelier. On peut alors en tenir les portes et les fenêtres fermées sans nuire au tirage de la forge ou à la santé des ouvriers doreurs. Par ce moyen l'air reste calme, et se trouve plus frais en été et plus chaud en hiver que celui qu'ils respirent maintenant en laissant ouvertes les portes ou les croisées de leurs ateliers.

M. D'Arcet conseille encore aux doreurs de ne toucher le mercure avec les mains nues que le moins qu'ils le pourraient, et d'avoir toujours les mains couvertes de gants de peau, de vessie, ou mieux de taffetas ciré. Il leur recommande surtout de ne faire aucune opération dans lesquelles il se dégage des vapeurs mercurielles, ou des gaz délétères, que sous le manteau de la cheminée de la forge, en prenant toutes les précautions qu'il a indiquées pour que la cheminée tire bien, au moyen du fourneau d'appel et en ouvrant les vasistas.

Le maître doreur doit exiger que les ouvriers, avant de sortir de l'atelier et surtout avant de manger, aient soin de se laver la bouche et les mains. L'ouvrier doit laver ses mains d'abord avec de l'eau tiède, et ensuite avec de l'eau de savon pour en enlever complètement l'amalgame et la dissolution mercurielle. La boue qui se trouve au fond du baquet, dans lequel sont réunis les résidus de tous ces lavages, contient de l'or qu'il importe de séparer. Au mot LAVEUR DE CENDRES, nous indiquerons le moyen de retirer l'or de ces boues, de dessus les vieux bronzes dorés, et de tous les résidus des doreurs.

Nous ne pourrions donner sur l'art du doreur sur bronze des renseignemens plus certains que ceux qui résultent des études d'un savant aussi recommandable que M. D'Arcet, dont le bonheur consiste à être utile à tous les artistes, qu'il accueille toujours avec la plus grande bonté. Nous n'avons donné ici qu'un faible extrait de son ouvrage; mais nous engageons les doreurs à se le procurer, et surtout à le méditer avec soin; il ne renferme pas une seule page qui ne contienne des conseils infiniment salutaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dorure sur le fer et l'acier polis. Guyton de Mor… indiqué un moyen très facile de dorer solidement du fer … l'acier après le polissage. Voici son procédé: On fait dis… de l'or en feuilles dans de l'acide nitro-muriatique (eau-… jusqu'à saturation; on verse par-dessus une quantité d'éth… en volume à celle de l'acide employé. Le tout doit être … dans un flacon d'une capacité double du volume des deux li… On bouche bien, on agite fortement; l'éther s'empare … et en dépouille l'acide; alors il a une belle couleur jaune, … nage l'acide. On les sépare à l'aide d'un entonnoir à tu… orifice: l'acide, comme plus lourd, occupe la partie inf… l'éther surnage; on laisse d'abord couler l'acide, et à l'… où l'éther commence à couler on change de flacon. On b… bien et l'on garde pour l'usage.

Lorsqu'on veut dorer, on polit bien le fer ou l'acier, on … chauffer légèrement; avec un pinceau, on passe de l'éth… rifère sur la pièce, l'éther s'évapore à l'instant et l'or … le fixe en polissant avec le brunissoir.

Dorure au feu avec de l'or en feuilles. On prépare … le fer ou le cuivre, en les raclant avec le grattoir et en les … avec le brunissoir. On les met au feu et on chauffe jusqu'à … le fer prenne une teinte bleue et que le cuivre ait acqu… température égale; alors on y applique une premièr… d'or, on la *ravale* légèrement avec un brunissoir et on … ensuite sur un feu doux. On dore de cette manière à plu… couches: chaque couche est d'une feuille d'or pour les … communs, et de deux feuilles pour les ouvrages soigné… chaque couche on met au feu et l'on fixe l'or par le bru… après la dernière couche on brunit lorsque la pièce est f…

Dorure a froid et au pouce. On fait dissoudre un gros … laminé bien mince, et douze ou quinze grains de bon … rosette, dans deux onces d'acide nitro-muriatique (eau-… Lorsque la dissolution est terminée, on la verse goutte à … sur de vieux chiffons de linge propre, en quantité suffisante … absorber toute la liqueur: on les laisse sécher. On les … suite dans un plat de porcelaine; on les allume avec un …

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mêle son soufrée, et on laisse réduire le tout en cendres. Ce sont ces cendres qui contiennent l'or en poudre.

Lorsqu'on veut dorer quelque pièce, après lui avoir donné la préparation qu'on nomme *adouci*, on prend un bouchon de linge qu'on mouille légèrement, et qu'on trempe dans la boîte qui contient la poudre; on frotte l'ouvrage avec ce bouchon, et lorsqu'on voit que la couche d'or est assez épaisse, on cesse de frotter. On brunit les grands ouvrages avec de grands brunissoirs de sanguine, et les petits avec des brunissoirs d'acier poli. On emploie l'eau de savon pour faire ce bruni.

Dorure sur la tranche des livres. On prend partie égale de bol d'Arménie et de sucre candi; on broie bien le tout à sec et ensemble, on y ajoute un peu de blanc d'œuf bien battu, puis on broie derechef. Après que le livre a été bien serré dans la presse à rogner, et auparavant relié, collé, rogné et poli, on donne une légère couche de blanc d'œuf battu, et on laisse sécher. Ensuite on donne une légère couche de la composition que nous venons d'indiquer; quand elle est bien sèche, on la polit. Lorsqu'on veut appliquer l'or avec un pinceau, on mouille la tranche d'un peu d'eau claire, et sur-le-champ on y applique les feuilles d'or. Quand elles sont sèches, on les polit avec la dent de loup.

Dorure sur la couverture des livres. Lorsque la reliure des livres est terminée, on passe du blanc d'œuf battu sur les places que l'on veut dorer, ainsi que l'assiette dont nous avons parlé dans l'article précédent, dont on peut cependant se dispenser, on applique l'or et on le fixe au moyen de petits instrumens qu'on appelle *fers*, et qui sont en cuivre gravés en relief. On fait chauffer ces *fers*, et, partout où ils ont touché, l'or se trouve fixé d'une manière invariable. On enlève le superflu avec du coton qu'on brûle ensuite pour en tirer l'or. Cette pratique fait partie des lavures.

Dorure sur cuir. Cette sorte d'ornement qu'on plaçait sur les murs des appartemens avant l'invention des papiers peints, n'est plus en usage aujourd'hui; c'est pourquoi nous ne pensons pas devoir en parler. Ceux qui désireraient avoir des no-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions sur cette ancienne branche d'industrie, trouveront des renseignemens suffisans dans l'Encyclopédie, au mot Or. Cet art, dont on ne fait plus usage, n'a fait aucun progrès depuis l'impression de cet ouvrage.

DORURE SUR VERRE ET SUR PORCELAINE. Nous donnerons aux mots VERRE et PORCELAINE, les détails des manipulations employées pour appliquer la dorure sur ces matières.

DOSSIÈRE. (*Technologie*). La *dossière* est une partie du harnais du cheval de brancard. Elle consiste en une large bande de cuir qui passe sur le dos du cheval, et est retenue entre les deux parois de la sellette qu'il porte; elle est recourbée à ses deux extrémités, où il y a une forte couture, de manière qu'elle présente à chaque bout une ouverture, dans lesquelles on fait entrer les deux brancards. L'usage de la dossière est de soutenir les brancards toujours à la même hauteur. Elle contribue aussi à faciliter au cheval les moyens de traîner la voiture. (*V.* BOURRELIER.)

DOUBLAGE DES FILS (*Technologie*). C'est l'action par laquelle de deux ou plusieurs fils simples on n'en fait qu'un seul, afin de lui donner plus de force. On les tord dans la même sens, ne se séparent pas. (*V.* RETORDAGE, RETORDEUR.)

DOUBLAGE DES NAVIRES. C'est une enveloppe en bois ou en cuivre, qu'on met sur le franc-bord des vaisseaux qui doivent naviguer dans les mers chaudes. L'objet principal du *doublage* est de les garantir de la piqûre des vers.

Doublage en bois. Les navires du commerce qui vont dans les mers d'Afrique et des Indes orientales, sont ordinairement doublés avec des planches de sapin portant de 6 à 10 lignes d'épaisseur. On doublait autrefois de la même manière les vaisseaux de guerre qui, par leur vétusté, ne pouvaient pas retenir leur calfatage. Le doublage empêchait les étoupes de sortir des coutures.

Cette opération s'exécute de la manière suivante : après avoir mis le navire à sec et l'avoir abattu en carène, on le brûle avec des torchons de paille enflammés ou des copeaux; on remet le calfatage en bon état; on étend ensuite sur le franc-bord une couche épaisse de brai gras et de brai sec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ensemble par portion égale. Sur cet enduit qui sert de colle, on applique un gros papier commun ou une espèce de toile qu'on nomme *serpillière*, et l'on goudronne par-dessus; après quoi on cloue le doublage dans le sens de la longueur, en commençant près de la quille, remontant jusqu'à la ligne de flottaison, lequel doublage on a soin de calfater et de carêner comme à l'ordinaire. Les clous doivent être multipliés, surtout dans les bouts ou écarts et dans toutes les parties où le doublage est forcé de changer un peu brusquement de direction, de manière à le faire exactement appliquer contre la surface du bordage. Les clous sont de fer, et leur longueur doit être telle, qu'on ne puisse pas craindre qu'ils forment des voies d'eau.

Malgré toutes ces précautions, le doublage en bois est bientôt percé par les vers. Pour garantir le franc-bord de leurs piqûres, on avait imaginé de garnir la surface du doublage appliquée d'une couche de *ploc*, ou poil de bœuf mêlé de goudron; cela faisait une croûte intermédiaire très dure, qu'on croyait impénétrable à l'action des vers; mais ayant reconnu l'inutilité de cette méthode, elle fut abandonnée.

Les Espagnols sont dans l'usage de mettre entre le doublage de bois et le franc-bord, un mastic fait de chaux vive éteinte dans l'huile; ils en mettent une couche de 3 lignes d'épaisseur, par-dessus laquelle ils clouent le doublage avec des clous à tiges lisses, mais très multipliés. Le mastic sèche et se durcit, et se lie aussi avec les clous qui le traversent; il forme un ensemble si compacte et si solide, qu'on a vu des vaisseaux dont le doublage était totalement mangé ou pourri, naviguer encore longtemps sans faire de l'eau. A cet égard, nous ferons la remarque que si l'on faisait usage pour cet objet de la Chaux hydraulique (*V.* ce mot), il ne serait pas nécessaire de l'éteindre dans l'huile; elle se durcit très bien quoiqu'elle ne soit éteinte qu'à l'eau, ce qui produirait une grande économie.

La Compagnie des Indes était dans l'usage de clouer le doublage de ses vaisseaux avec des clous de fer à têtes plates et rondes, de 6 à 8 lignes de diamètre; ce qui couvrait presque toute la surface du doublage de fer. La rouille que produisaient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces tôles très voisines les unes des autres, s'étendait dans les interstices et garantissait ainsi la totalité du doublage de la piqûre des vers. On donnait à cette manière d'opérer le nom de *mailletage*.

Le doublage en bois, quoique mince, a l'inconvénient de grossir le volume de la carène des vaisseaux, et d'en changer par conséquent les lignes de flottaison. Sa surface ne pouvant être aussi lisse que celle du franc-bord, les plantes marines et les coquillages s'y attachent et rendent la marche du vaisseau lourde. Ajoutons que le doublage en bois dure peu. Toutes ces raisons ont fait recourir au doublage en cuivre. Aujourd'hui tous les bâtimens de la marine royale, et même un grand nombre de ceux du commerce, sont doublés de cette manière.

Doublage en cuivre. Ce fut en 1778, pendant la guerre d'Amérique, qu'on commença, dans le port de Brest, à doubler en cuivre quelques frégates et quelques vaisseaux de guerre. On savait que les Anglais avaient adopté ce *doublage* dès l'année précédente, mais on ne connaissait pas précisément les procédés qu'ils employaient. La frégate l'*Iphigénie* ayant échoué et amené au port de Brest un cutter bordé à plat et doublé en cuivre, on vit que ce doublage était fort mince et qu'il était appliqué à nu sur le franc-bord, qu'on avait seulement recouvert d'une couche de peinture au blanc de céruse. Ce fut sur cette même frégate, l'*Iphigénie*, qu'on fit le premier essai du placage en cuivre. Voici comment on y procéda.

Après avoir réparé avec soin le calfatage de toute la partie submergée, on remplit les jointures avec du mastic de vitrier fait avec de l'huile de lin et du blanc d'Espagne en poudre. On étendit ensuite sur toute la carène, comme dans le premier doublage en bois, une grosse toile claire qu'on colla contre le franc-bord avec un amalgame de brai gras et de suif, lequel toile fut recouverte à son tour d'une couche de brai sec. Ce fut par-dessus cette dernière couche que fut appliqué le doublage en feuilles de cuivre rouge de dimension égale, portant deux tiers de ligne d'épaisseur; le bord de chaque planche recouvrant de 18 lignes celui de la planche contiguë, soit de l'avant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'arrière, soit de bas en haut. Les clous en cuivre rouge forgé étaient éloignés l'un de l'autre, sur le pourtour des planches, de centre en centre, également de 18 lignes; et pour clouer l'aire des planches, on avait tracé sur leurs surfaces deux diagonales et des parallèles à ces diagonales, de 3 pouces en 3 pouces. Leur intersection formait une espèce de quinconce qui marquait la place de chaque clou. On perçait le cuivre avec des poinçons acérés, dont la pointe était du même calibre que les clous, mais un peu moins longue; un bourrelet limitait la profondeur de l'enfoncement.

Tels furent les premiers essais du doublage en cuivre, non-seulement sur l'*Iphigénie*, mais encore sur d'autres frégates, telles que la *Gentille*, l'*Amazone*, etc. On avait espéré qu'il durerait au moins dix ans; mais à cet égard, on fut bien vite détrompé. L'*Iphigénie* partit aussitôt pour l'Amérique, où il fut constaté, à son arrivée, que déjà le cuivre était altéré et même percé dans plusieurs endroits. M. de Kersaint, qui la commandait, envoya en France un Mémoire dans lequel il attribuait ce malheur aux procédés qu'on avait suivis dans le doublage de sa frégate; surtout aux mauvais effets de la toile, qui, par sa rigidité, par l'inégalité de ses fils, par les gros nœuds dont elle était remplie, et qu'on n'avait pas eu soin d'abattre, formait des bosses et des soufflures dans le doublage, qui auront accéléré sa destruction. On eut en effet plus tard l'occasion de reconnaître que la durée du *doublage* dépendait beaucoup des soins qu'on apportait aux procédés de son application; mais une des principales causes du peu de durée de ces premiers doublages, fut apparemment la qualité du cuivre même. Dans ce moment on ne put se procurer que des feuilles étirées au marteau, au lieu d'être étirées au laminoir; et l'on sait que le martelage, quelque bien fait qu'on le suppose, ne peut jamais donner des feuilles de tôle d'une épaisseur rigoureusement égale partout, et qu'il tend à affaiblir le métal, en désunissant les molécules et les forçant à changer de place à chaque instant. En effet, le premier coup de marteau qu'on applique sur une table de cuivre fondu, y produit un enfon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cement, et en même temps un rebroussement de la matière autour de la surface percutée. Le second coup de marteau donné à côté du premier, ramène quelques-unes des molécules rebroussées, dans le plan du fond de la cavité formée par le premier coup, et porte le rebroussement plus loin. Ce déplacement des molécules a lieu à chaque fois que le marteau frappe les mêmes parties. On sent que cette percussion doit se renouveler souvent pour réduire à un tiers de ligne d'épaisseur une table qui en a six, c'est-à-dire à un dix-huitième de son épaisseur primitive. Il n'est pas douteux que les fibres d'un métal quelque malléable qu'on le suppose, qui se trouvent pliées un si grand nombre de fois dans des directions contraires, et transportées successivement d'un lieu dans un autre, n'éprouvent des ruptures d'autant plus nombreuses, qu'elles résultent d'une infinité de chocs violens et partiels. L'existence de ces défauts dans les feuilles étirées au marteau, fut démontrée lorsqu'on voulut mettre en pratique l'opération du vernissage. M. Delafolie, négociant de Rouen, avait conseillé de mettre sur le cuivre, comme un moyen de conservation, en échauffant les feuilles frottées d'un côté d'huile de lin, on aperçut que la fumée passait au travers d'un grand nombre, souvent dans plusieurs endroits, mais plus particulièrement dans le milieu; on voyait même l'huile bouillonner par-dessus la feuille et former des taches sur la surface qui n'était point présentée au feu. On y découvrait un ou plusieurs petits trous d'où l'on conclut que ces cuivres étaient gercés et traversés par des parties hétérogènes que l'action du feu et de l'huile détruisait, et que l'eau de la mer avait pu détruire de même.

Indépendamment de cette cause principale du peu de durée des premiers doublages en cuivre, on persistait à croire que les corps qu'on interposait entre eux et le franc-bord, y avaient beaucoup d'influence. On savait que les Anglais n'y mettaient autre chose qu'une couche de peinture, ayant soin d'enfoncer les clous et chevilles de fer du bordage, et de les recouvrir d'un corps gras, de manière à ce que jamais le fer ne pût être en contact avec le doublage; mais on ne jugea pas devoir abandon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donner la toile, qu'on regarda comme nécessaire à la conservation du fer. Pour concilier les idées, on arrêta qu'on appliquerait une couche de peinture sur la toile. Quelques bâtimens furent doublés de cette manière, mais cette méthode ne fut pas définitivement adoptée.

La paix ayant eu lieu en 1783, tous les vaisseaux du roi restèrent dans les ports, où ils furent examinés avec la plus grande exactitude. On fut justement effrayé de l'effet destructeur de l'acide cuivreux ou vert-de-gris sur les ferrures de toute espèce. Tous les clous, toutes les chevilles, après deux ou trois ans de service, se trouvèrent corrodés par l'acide cuivreux combiné avec l'acide marin; le mastic de vitrier dont on les avait couverts, avait été complétement détruit; l'eau de la mer s'était insinuée entre le fer et le bois; elle avait, dans bien des endroits, réduit à moitié la force du métal. Cette circonstance fit supprimer le mastic de vitrier pour y substituer une matière moins attaquable par l'eau de mer. A cet effet, on enfonça les clous et les chevilles dans le bordage, à la profondeur de 3 ou 4 lignes, ce qui forma des trous, qu'on remplit de suif. On appliqua aussi sur toute la carène plusieurs couches de cette même substance, de manière que le bois en fut partout recouvert à l'épaisseur d'à peu près une ligne. Sur cet enduit on étendit une serge légère qu'on nomme *frise*, dont le dehors fut luté de plusieurs couches de goudron, sur lequel on cloua ensuite le doublage comme à l'ordinaire. Ce fut là la méthode à laquelle on s'arrêta pendant quelque temps en France, ayant soin de n'employer que des cuivres laminés au lieu d'être battus. Les clous, au lieu d'être forgés, furent fondus avec de la vieille mitraille provenant des doublages hors de service, deux tiers de cuivre rouge et un tiers de cuivre jaune, fournissant soixante-six à soixante-dix clous à la livre. Par ces précautions, on est parvenu à obtenir une durée de cinq ou six ans, regardant comme hors de service toute feuille de *doublage* aussitôt qu'elle est percée dans quelques-unes de ses parties. Des trous de 4 à 6 lignes de diamètre suffisent pour les faire mettre au rebut.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a jugé que les feuilles, pour pouvoir se plier et s'appliquer à toutes les formes convexes ou concaves que présente la carène d'un vaisseau, ne devaient pas avoir plus d'une ligne d'épaisseur. Ce sont les trois ou quatre premières rangées près de la ligne de flottaison, qui se détruisent le plus promptement. On recouvre le bord supérieur de la première rangée d'une bande de bois qu'on nomme *liston*, de 7 à 8 pouces de large sur 18 lignes d'épaisseur. Elle a pour objet non-seulement de bien affermir le cuivre contre le bordage, mais encore de le garantir des chocs des petites embarcations. Ce *liston* est recouvert ensuite d'une ou de plusieurs couches de goudron, ayant soin de n'en pas répandre sur le doublage de cuivre, où la moindre goutte, la moindre tache devient une matrice pour des plantes marines, des goémons, des coquillages qu'on nomme en Bretagne des *broniques*.

De tout ce qui précède, nous pouvons conclure, 1°. qu'il faut mettre le plus grand soin à ne point plier ses feuilles de cuivre soit dans le transport, soit dans le moment de leur application; 2°. qu'il ne faut rien épargner pour que le cuivre touche immédiatement et partout le franc-bord et que les clous ne correspondent pas aux têtes des chevilles du bordage. Si la serpillière qui est toile forte, comme celle d'Olone et de Locornan, ou une serge ne sont pas bien collées par l'amalgame de brai et de suif, qu'elles fassent des soufflures dans quelques endroits, on la coupe alors pour faire échapper l'air contenu entre elle et le bordage. Ensuite en y introduisant du même amalgame, on la recolle en rapprochant les bords près l'un de l'autre, en faisant en sorte qu'il n'en résulte pas de bosse. 3°. Il faut veiller avec soin qu'aucune tache d'huile, de graisse, ou d'autres corps étrangers, ne s'attache sur le doublage.

Le poids du *doublage* en cuivre est fort peu de chose en raison de celui du vaisseau. On diminue d'ailleurs le leste dans le même rapport. Alors le centre de gravité du bâtiment n'est pas sensiblement déplacé. Le poids du doublage en cuivre peut, dans tous les cas, être estimé au centième du port du vaisseau, les cinq sixièmes en feuilles et un sixième en clous. Ainsi pour un vaisseau de 11[illegible]

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

canons dont le port est de 2100 tonneaux, le poids du doublage est de 4 tonneaux; et pour une frégate dont le port est de 750 tonneaux, le doublage est de 7 tonneaux ½. Cette proportion suffit pour les gros bâtimens. Mais la surface de la carène étant relativement plus grande dans les petits, on augmente cette proportion. On la double même pour les bâtimens bordés à clin, à cause des retailles et des plis qu'il faut faire pour couvrir chaque arête du bordage et du plus grand nombre de clous que cela exige.

Voici une instruction sur la manière d'appliquer le doublage en cuivre et le choix des matières; je prends pour exemple un navire de 600 tonneaux.

Comme nous l'avons vu, son cuivre pèsera 6 tonneaux c'est-à-dire 12000 livres; dont 10,000 en feuilles et 2000 en clous.

Les clous doivent avoir au plus 15 lignes de longueur totale; la tête ronde, 7 à 8 lignes de diamètre; la surface supérieure doit être plate et le dessous arrondi comme un segment sphérique; la tige est carrée et porte deux lignes carrées à l'endroit de sa naissance; ces clous sont coulés en sable et sont faits, comme nous l'avons vu, de ⅔ de cuivre rouge et de ⅓ de cuivre jaune; il y en a 66 à 70 par livre.

Les planches de cuivre doivent toutes être égales et portent 60 pouces sur 16 à 18 pouces de large. Le pied carré pèse 1 livre 2 onces ce qui correspond à 4 points d'épaisseur; plus fortes, on ne pourrait pas les plier, et plus faibles, elles ne dureraient pas. Il faut qu'elles aient une couleur uniforme; que leurs surfaces soient bien lisses; on rebute toutes celles qui sont feuilletées, sur lesquelles on peut enlever des écailles.

On trace à la ligne avec du blanc de céruse, deux parallèles au pourtour, l'une à 9 lignes et l'autre à 18 du bord de la feuille; ensuite, deux diagonales et des parallèles à ces diagonales à 3 pouces de distance, comme nous l'avons déjà dit. A cet effet, on donne aux ouvriers des petits morceaux de bois qu'on nomme *buquettes*, qui leur servent à régler successivement ces distances avec précision. Quelquefois on perce les feuilles d'avance; mais c'est un mauvais usage, qu'il ne faut suivre que quand on est pressé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le navire étant bien calfaté, mis sur sa carène, garni sa frise de sa peinture, etc., on applique le premier rang de feuilles sur la quille; le bord inférieur de ces feuilles doit être à 2 pouces du bord inférieur de la quille; on ne double pas au-dessous, parce que le moindre échouage, ou son passage sur quelques câbles dans un évitage, enlèveraient bien vite le clou qu'on y aurait mis. Chaque ouvrier a dans un sac pendu à côté de lui, des clous, un poinçon à tige ronde dont la pointe est acérée; cette tige a une ligne et demie de diamètre à sa naissance et 9 lignes de long; le bourrelet qui limite son enfoncement a la forme de l'intérieur de la tête du clou; il y a aussi dans le sac de l'ouvrier, une paire de petites pinces et un marteau à deux têtes carrées. Quand on a présenté une feuille à sa place, on l'y assujettit avec un clou planté dans son milieu; ensuite on met d'autres clous de distance en distance, en allant vers les bords, ce que les ouvriers appellent *fixer*. Tous ces clous doivent être placés sur les intersections des lignes diagonales, ainsi que nous l'avons déjà fait observer; de même que ceux des bords le seront de 18 lignes en 18 lignes, ayant soin, en perçant le trou avec le poinçon, de faire l'enfoncement nécessaire pour loger la tête, de manière à ne pas la laisser de saillie en dehors.

Le second rang ou la deuxième virure des feuilles doit descendre de 18 lignes sous le premier; il faudra en conséquence ne pas clouer les joints verticaux de la première virure trop près du bord supérieur, afin de laisser la facilité d'introduire la seconde; ainsi de suite jusqu'à la ligne de flottaison, qui sera recouverte du *liston* ou *boudin* qu'on y cloue avec des clous de cuivre de trois pouces.

Le bordage à clins exige plus de précautions encore; on commence son doublage par le haut et par l'arrière. Les clous ne sont plus placés en quinconce, mais en rangées parallèles aux angles saillans du bordage, et à des distances de 2 pouces de centre en centre. C'est avec des coins de bois dur qu'on fait joindre le *doublage*, pour le faire joindre exactement contre le franc-bord.

On ne peut prendre trop de soin pour bien appliquer le dou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blage. Il faut qu'il n'y ait entre lui et le franc-bord aucun vide. C'est de là que dépend sa durée. Il faut également qu'il soit lisse, qu'il n'y ait point de tache, ni de goudron, ni de corps gras, afin que les végétations marines ne puissent y avoir aucune prise.

Le principal effet du *doublage* en cuivre, celui qui mérite le plus d'attention, c'est d'augmenter dans un très grand rapport la vitesse du bâtiment. On doit cet avantage à une carène toujours parfaitement lisse, qui glisse sans obstacle dans les eaux.

Nous avons essayé, ainsi que les Anglais, de doubler des bâtimens en fer, en étain, en fer-blanc, en plomb, mais sans succès. Les Anglais avaient affirmé que leur *doublage* durerait au moins dix ans. Mais l'inspection de quelques bâtimens, que notre marine avait pris dans la guerre d'Amérique, fit connaître que leur *doublage* n'avait pas plus de durée que le nôtre. Les frégates la *Minerve* et l'*Iris*, la *Cérès*, prises en 1780, avaient leur *doublage* très détérioré, cependant les deux premières étaient pour ainsi dire neuves quand elles furent prises. La *Cérès* n'avait que deux ans de construction. On fut obligé, en 1781, de remplacer dans ces trois frégates, plus de la moitié du cuivre qui se trouvait hors de service.

On sait que l'acidité de l'eau de la mer, combinée avec la sève du bois, corrode très promptement le fer, et que tous les quatre ou cinq ans il faut le remplacer; et lorsque, à cette cause de destruction déjà si active vient s'ajouter encore l'action puissante de l'acide cuivreux ou vert-de-gris, la corrosion du fer est infiniment plus rapide. Les pentures du gouvernail, qui portent 4 pouces de largeur sur 2 pouces d'épaisseur, sont, en 18 mois de temps, réduites au tiers de ces dimensions. Il faut donc apporter le plus grand soin à ne pas laisser subsister de contact immédiat entre le cuivre et le fer. On y interpose des lames de plomb, ou de la toile goudronnée. Les Anglais, pour garantir les clous et les chevilles du bordage du contact du cuivre, en recouvrent la tête d'une plaque de plomb très mince, et mettent par-dessus un petit morceau de toile également très fine, collée avec du goudron, et ne mettent ni toile, ni frise. Le *doublage* se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

place à nu sur une simple couche de peinture. Il en résulte grande économie de toile et de travail, et une surface extérieure toujours très unie.

Tous ces procédés, quelque perfectionnés qu'ils soient, ne laissent pas moins le cuivre exposé à une prompte destruction, puisque, au bout de 5 ou 6 ans, on est obligé de le renouveler entier.

On trouve dans un ouvrage périodique anglais, *The philosophical magazin*, de juillet 1824, des observations sur la corrosion du cuivre par l'eau de mer et sur le moyen d'y remédier, par Humphry Davy, dont nous allons ici rapporter un extrait.

Suivant lui, le cuivre est un métal qui n'est que faiblement positif dans l'échelle électro-chimique; et, d'après ses idées, il pourrait agir sur l'eau de mer seulement lorsqu'il est à l'état positif; et par conséquent, s'il pouvait être rendu légèrement négatif, l'eau de mer n'aurait plus d'action sur lui. Mais comment parvenir à le rendre tel? Après bien des réflexions, sir H. Davy rendit l'eau de mer légèrement acidule par l'acide sulfurique, et il y plongea un morceau de cuivre poli, contre lequel il avait soudé un morceau d'étain équivalent au vingtième de la surface du cuivre. Après trois jours, le cuivre se trouva intact, tandis que l'étain était entièrement corrodé. Nulle trace de teinte bleue dans le liquide; au contraire, dans une expérience comparative où l'on avait fait uniquement usage du cuivre dans une semblable liqueur, il y avait eu corrosion considérable du cuivre, et une teinte bleue se manifesta distinctement dans le liquide.

Puisqu'un vingtième de la surface en étain empêchait l'action de l'eau de mer rendue légèrement acidule par l'acide sulfurique, sir H. Davy ne douta point qu'une quantité beaucoup plus petite ne rendît parfaitement nulle l'action de l'eau de mer sur le cuivre, action qui dépendait seulement de l'oxigène pris à l'air commun. En essayant un *deux-centième* d'étain, l'effet de sa propriété préservatrice contre la corrosion du cuivre, se trouva détruit.

Ce résultat général étant obtenu, sir H. Davy fit beaucoup d'expériences avec son élève et son ami M. Faraday. Il trouva que les effets étaient toujours les mêmes, soit qu'on mît l'étain

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au milieu, au sommet, ou à la base du cuivre; mais, après une semaine, on s'aperçut que l'action préservatrice de l'étain était altérée; il se formait une couche de sous-muriate qui paralysait l'action du liquide.

Avec le zinc, ou le fer forgé ou fonte, une semblable diminution d'effet ne se produisait pas. Le zinc occasionnait seulement un nuage blanc dans l'eau de mer, nuage qui se précipitait promptement au fond du vase dans lequel on faisait l'expérience. Le fer donnait lieu à un précipité de couleur orange intense; mais, après plusieurs semaines, nulle trace de cuivre ne fut trouvée dans l'eau, et, bien loin que la surface en fût corrodée, on y remarqua en beaucoup d'endroits, une addition de zinc ou de fer.

En poursuivant ces recherches et en les appliquant à toute forme possible et disposition du cuivre, les résultats furent toujours très satisfaisans. Un morceau de zinc de la grosseur d'un pois ou de la pointe d'un clou en fer, suffit pleinement pour préserver 40 ou 50 pouces carrés de cuivre; et cela, soit qu'on place le métal protecteur au milieu, au sommet, ou au bas de la feuille de cuivre, et soit que le cuivre soit droit, ou courbé ou en spirale; et si l'on établissait complètement la communication entre les différens morceaux de cuivre par des fils ou de minces filamens ayant la quarantième ou cinquantième partie d'un pouce de diamètre, l'effet était le même; le cuivre restait brillant partout, tandis que le zinc ou le fer étaient totalement corrodés.

Une feuille épaisse de cuivre, d'environ 60 pouces superficiels, fut coupée de manière à former sept divisions, réunies en communiquant seulement par de très minces attaches qu'on put laisser; et un morceau de zinc d'un cinquième de pouce de diamètre, fut soudé à la division supérieur. Le bout ayant été plongé dans l'eau de mer, le cuivre resta parfaitement poli. La même épreuve fut faite avec le fer. On trouva dans les deux cas, au bout d'un mois, le cuivre aussi brillant qu'au moment où il fut plongé dans l'eau. Au contraire, des morceaux de cuivre plongés de même sans défense dans l'eau de mer, éprouvèrent une corrosion considérable qui donna un précipité au fond du vase.

Un fragment de clou en fer d'environ 1 pouce de long, fut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

attaché par un fil de cuivre d'un pied, à une feuille de cuivre de 40 pouces superficiels, et le tout fut plongé dans l'eau. Au bout d'une semaine, on trouva le cuivre aussi bien que si le clou eût été en contact immédiat.

Un morceau de cuivre et un de zinc ayant été soudés ensemble, furent disposés en forme d'arc et plongés dans deux vaisseaux différents où il y avait de l'eau de mer. Les deux portions d'eau furent mises en communication par un peu d'étoupe imbibée dans cette même eau, le cuivre se trouva préservé comme s'il eût été dans le même vase.

L'Océan pouvant être considéré comme un conducteur d'une étendue infinie, relativement à la quantité de cuivre employée à doubler un vaisseau, sir H. Davy essaya de déterminer si cette circonstance aurait de l'influence sur les résultats; il plaça deux fils de cuivre très fins, l'un sans défense, l'autre défendu par un très petit fragment de zinc, dans un vaste bassin rempli d'eau de mer. Cette masse d'eau pouvait être considérée comme ayant, avec cet atome de zinc, le même rapport que la mer avec le doublage métallique d'un vaisseau. Le cuivre armé de zinc ne subit aucune altération; le cuivre non protégé par l'armure de zinc se trouva terni, et il se forma un dépôt de poussière verte.

Il fut attaché un petit morceau de zinc à la partie supérieure d'une plaque de cuivre poli, et on souda un morceau de fer de beaucoup plus grande dimension à la partie inférieure, et le tout fut mis dans l'eau de mer. Non-seulement le cuivre fut protégé comme à l'ordinaire, mais encore le fer le fut aussi, et au bout de 15 jours on les trouva intacts.

Ces résultats donnés par la théorie, et les essais faits en petit, ont été pleinement confirmés dans un voyage que sir H. Davy a fait en Norwège pendant les mois de juillet et d'août 1823, sur le bateau à vapeur la *Comète*, que les lords de l'amirauté de Londres avaient mis à sa disposition pour cet objet. Il a trouvé que les feuilles de cuivre armées d'un *deux-centième* de fer avaient une efficacité parfaite, même quand on va avec la plus grande rapidité dans la mer la plus rude.

Il a également remarqué que parmi les métaux protecteurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le fer coulé est le plus convenable, et que la matière plombagineuse qui s'y forme, n'en paralyse point l'action électrique. Il avait prévu le dépôt des substances terreuses sur le cuivre négatif, et il a trouvé effectivement que la chose avait eu lieu sur des feuilles de cuivre exposées environ quatre mois à l'eau de mer, lesquelles feuilles étaient armées de zinc et de fer sur une étendue de $\frac{1}{39}$ à $\frac{1}{60}$ de leur superficie. Ces feuilles se couvraient de carbonate de chaux et de magnésie. Mais on peut aisément prévenir cet effet; il suffit de diminuer, avec une juste proportion, la quantité du métal protecteur, de manière à empêcher l'excès du pouvoir négatif du cuivre, qui alors reste brillant et net.

Dans le cours de ses recherches, l'auteur a observé plusieurs faits singuliers, dont quelques-uns sont du ressort de la science générale. De faibles dissolutions de sel agissent fortement sur le cuivre, tandis que des dissolutions concentrées ne l'affectent point, sans doute parce qu'elles contiennent peu d'air, dont l'oxigène semble nécessaire pour donner à ces dissolutions la faculté électro-positive. D'après ces mêmes principes, les dissolutions alcalines et l'eau de chaux empêchent l'action de l'eau de mer sur le cuivre, ayant en elles-mêmes l'énergie électrique positive qui rend le cuivre négatif. En terminant, sir H. Davy indique de nouvelles applications de la théorie électro-chimique pour la conservation des objets d'acier et de fer par le moyen du zinc. Des instrumens tranchans de la construction la plus soignée, se conservent parfaitement en mer dans des boîtes revêtues de zinc.

Voilà tout ce que nous avons pu recueillir sur la découverte récente du savant sir H. Davy, relativement à la conservation du doublage en cuivre des vaisseaux. Tout porte à croire que la marine lui sera redevable d'un grand moyen d'économie. Cependant cette découverte est du nombre de celles qui ont besoin d'être sanctionnées par le temps et l'expérience.

Quelle que soit l'espèce de métal protecteur qu'on adopte, zinc, fer ou fonte, il est appliqué par bandes minces et étroites, sur le doublage, dans le sens de la longueur du navire, de manière à occuper environ la deux-centième partie de la surface du doublage.

E. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DOUBLÉ (*Technologie*). On a donné ce nom, dans le premier âge de la découverte de cet art, à ce qu'on appelle aujourd'hui PLAQUÉ. C'est l'art de couvrir toute la surface du fer, de l'acier, du cuivre, d'une plaque d'or ou d'argent plus ou moins épaisse; ce qui diffère beaucoup de la dorure et de l'argenture. Nous renvoyons la description de cet art au mot PLAQUÉ ou PLAQUEUR.

DOUBLEUR (*Technologie*). On donne ce nom à l'ouvrier dont l'occupation est de *doubler*. Ainsi, dans le travail de la filature, c'est celui qui double les fils. Dans le travail du cuivre, c'est celui qui fixe une plaque d'un métal précieux sur la surface d'un métal plus commun.

DOUBLIS (*Technologie*). Terme de COUVREUR; il désigne un *doublis* un rang de tuiles qu'il accroche au cours de lattes immédiatement au-dessus de la *chanlatte*, c'est-à-dire un chevron drier refendu diagonalement d'une arête à l'autre, qui sert à former les égoûts pendans.

DOUBLOIS ou DOUBLOIR (*Technologie*). C'est une machine qui sert à soutenir les rochets ou les bobines sur lesquelles est dévidée la soie ou le fil qu'on veut doubler.

DOUBLON (*Technologie*). Les IMPRIMEURS se servent de ce mot pour exprimer la faute que le compositeur a faite dans la composition par la répétition d'un mot, ou de plusieurs mots, d'une ligne, ou d'une phrase; faute qu'il est obligé de corriger en remaniant, pour éviter ce qu'on appelle *colombier*, c'est-à-dire de trop grands espaces entre les mots. (*V.* REMANIER.)

DOUBLURE (*Technologie*). Dans la fabrication des armes, c'est un défaut important qui vient d'une soudure manquée. (*V.* SOUDURE.) La *doublure* a lieu : 1°. lorsque les deux morceaux de fer que l'on soude ensemble ne sont pas assez chauds.

2°. Il y aurait *doublure* si, des deux morceaux que l'on veut souder, l'un est porté au degré de chaleur requis, et dans l'espèce de fusion nécessaire pour opérer la soudure, tandis que l'autre n'y soit pas. Le morceau chauffé blanc, soudant, amolli, s'étend sur celui qui n'est pas au même degré de chaleur; mais il ne fait que s'y superposer, sans le pénétrer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans en être pénétré, en sorte qu'ils ne font pas corps ensemble et peuvent être aisément séparés.

3°. Il y aurait encore *doublure*, quoique les deux morceaux de fer fussent assez et également chauds, si l'on ne saisissait pas la chaude assez vite, et qu'on les laissât refroidir avant de les battre.

4°. Enfin, il y aurait *doublure*, s'il se trouvait quelque corps étranger entre les deux morceaux de fer qu'on veut souder.

Dans beaucoup d'Arts industriels, on se sert de ce mot pour exprimer en général ce qui sert à fortifier ce qui est dessus. Tout le monde sait particulièrement ce que les tailleurs pour homme et pour femme appellent *doublure*; il serait superflu d'en parler. L.

DOUCI ou DOUCHI (*Technologie*). Ce mot ne s'emploie guère que dans l'art de polir les glaces. C'est l'opération par laquelle on prépare les glaces à recevoir le poli. (*V.* GLACES.) L.

DOUCIN (*Agriculture*). Espèce de sauvageon de pommier, faible et petite, qu'on multiplie par MARCOTTE pour y greffer des pommiers qu'on veut conserver à basses tiges. Il rapporte, comme le *paradis*, des fruits dès la deuxième ou troisième année, on en fait un fréquent usage dans les jardins. FR.

DOUCINE (*Technologie*). C'est le nom d'une moulure usitée dans beaucoup d'Arts, et principalement en ARCHITECTURE. (*V.* ce mot.) L.

DOUILLE (*Arts mécaniques*). On donne ce nom à un cylindre de métal creux, dans lequel on peut faire entrer un autre cylindre plein de même calibre, comme une gorge d'étui entre dans le couvercle, ou comme le manche tient à une bêche, à une croix, etc. La douille doit être bouchée à un bout; si elle était ouverte aux deux extrémités, elle prendrait le nom de VIROLE. Les genoux sur lesquels on dresse le graphomètre, la boussole, et d'autres instrumens, sont placés sur leur pied à l'aide d'une douille. Les outils tiennent souvent au manche par le même procédé, et alors le calibre du manche est assez gros pour ne pouvoir entrer dans la douille que par force, ce qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'y maintient. Cependant lorsqu'on veut que l'union du manche et de la douille soit solide, on y place une VIS DE PRESSION; mieux encore on perce le manche et la douille de part en part, et l'on y introduit une forte GOUPILLE qu'on rive aux deux bouts.

Le DISTILLATEUR appelle *douille* un petit tuyau soudé au côté de ses appareils, et qui lui permet d'introduire un liquide sans enlever le couvercle des alambics ou autres appareils.

DOUVAIN, DOUVE (*Technologie*). On nomme *douvain* le bois destiné à faire des *douves*.

Les *douves*, en terme de TONNELIER, sont de petites planches très souvent en bois de chêne, beaucoup plus longues que larges; elles sont minces, et servent pour fabriquer des tonneaux, des barriques, des muids, des tonnes, des tinettes et autres vaisseaux de cette nature. On les appelle quelquefois *douelles*. (*V.* MERRAIN.)

Les *douves à oreilles* sont deux *douves* qui, dans les tinettes, sont plus longues que les autres, et sont percées chacune d'un trou rond, par l'extrémité qui excède le haut des autres *douves* de la tinette. Ces deux *douves* sont placées vis-à-vis l'une de l'autre aux deux extrémités du même diamètre, de manière qu'en passant un bâton par les deux trous, deux personnes peuvent la transporter facilement. Dans le midi de la France, ces sortes de tinettes ont vraiment deux oreilles; elles sont ovales, et les deux *douves* qui se trouvent aux deux extrémités du grand axe, sont faites avec des planches prises à un endroit de l'arbre d'où naît une branche; on coupe à sept à huit pouces de cette branche, que l'on place dans la tinette en forme de corne descendante. Alors, ces deux douves ne sont pas plus longues que les autres, et, sans qu'il soit nécessaire de se servir d'un bâton, on les porte par ces cornes. On nomme ces sortes de tinettes *comportes*, et dans le langage du pays elles portent le nom de *sémal*.

En terme de RELIEUR, une *douve* est une planche dont on se sert pour ôter le tan du dedans des peaux de veau; c'est un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

douve de cuvier des plus larges, sur laquelle on étend les veaux. Ainsi on dit une *douve à ratisser les veaux*. A présent on se sert plus volontiers d'une planche un peu arrondie sur sa longueur. L.

DRAGÉE (*Technologie*). On donne ce nom à du plomb fondu à l'eau ou coulé au moule, en grains plus ou moins gros, dont on charge les armes à feu pour la chasse. (*V.* PLOMB DE CHASSE.) L.

DRAGEOIR ou DRAGEOIRE (*Technologie*). Plusieurs artistes, et particulièrement les HORLOGERS, donnent ce nom à une petite creusure qu'ils font au tour dans l'intérieur d'un cercle, ou à un filet qu'ils pratiquent aussi au tour sur l'extérieur d'un cercle.

La figure de ce filet ou de cette rainure, qui est un peu plus profonde dans le bas que dans le haut de son épaisseur, sert à faire tenir ensemble deux pièces, comme le couvercle du barillet d'une montre ou d'une pendule et sa virole, la lunette d'une boîte de montre avec sa cuvette ou avec le verre. C'est aussi par le même moyen que les deux parties d'une tabatière sans charnière, circulaire ou ovale, bien faite, tiennent ensemble.

On dit *tourner quelque chose en drageoir*, pour dire lui donner une forme semblable à celle d'un filet ou d'une rainure qu'on nomme *drageoir*. On dit aussi qu'*une pièce s'ajuste dans une autre à drageoir*, pour dire qu'elles tiennent ensemble de la manière que nous venons de l'expliquer. L.

DRAGEONS (*Agriculture*). Bourgeons qui naissent des racines des pruniers, cerisiers et autres arbres; on les en sépare lorsqu'ils ont pris assez de force, et on les transplante pour former de nouveaux pieds. L'arbre, qui n'est plus forcé de nourrir ces plantes parasites, prospère mieux, et l'on a un sujet de plus qu'on peut greffer quelques mois plus tard : ces sujets ne pivotent jamais, et donnent plus promptement du fruit que ceux qui proviennent de semences. FR.

DRAGUE (*Arts mécaniques*). On a décrit, au mot CURAGE, la drague dite de *Venise*, dont on se sert pour enlever les vases, les débris de végétaux et autres matières qui encombrent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le fond des ports, des rivières, etc. Ici nous nous proposons de décrire les grandes *dragues* d'invention moderne, à mouvement de rotation continu, que des machines à vapeur font mouvoir, et qui offrent un moyen prompt, facile et économique, non-seulement de curer et de déblayer le fond des rivières, des fleuves, des ports, des canaux, mais encore de relever les barrages, les attérissemens qui s'y forment et qui gêneraient la navigation. On s'en sert même très efficacement pour approfondir le lit d'une rivière, etc., lorsqu'il n'est pas composé de rochers ou de matières trop dures.

Ces *dragues* sont placées sur des bateaux plats d'une forme particulière qui prennent alors le nom de *bateaux dragueurs*; elles se composent d'un système de chaînes sans fin, à longues mailles pleines, égales et articulées, à peu près comme une échelle flexible, sur les traverses de laquelle on fixe un certain nombre de *louchets* ou *hottes* en forte tôle de fer, à des intervalles égaux. Cette chaîne, et par conséquent les *louchets* qui y sont attachés, passant sur un tambour qui les fait circuler le long d'un plan qu'on est maître d'incliner plus ou moins, viennent tour à tour se charger de terre ou de vase en passant près du fond, qu'ils vont ensuite vider à la partie supérieure dans un couloir qui les dirige dans une *marie-salope* placée au-dessous.

Le *bateau dragueur* est simple ou double, suivant qu'il porte une ou deux *dragues*. Dans le premier cas, elle est placée au milieu du bateau, dans une ouverture ménagée à cet effet, suivant son axe, et dont l'étendue est suffisante pour le jeu du plan incliné et de la drague. Cette disposition convient lorsqu'on n'a pas à fouiller au pied d'un mur de revêtissement, qui serait vertical, ou auprès du rivage; car alors la drague ne peut agir qu'à une distance égale à la moitié de la largeur du bateau.

Dans le deuxième cas, les deux dragues sont placées en dehors du bateau, suivant des plans verticaux parallèles aux bordages. Dans cette hypothèse, on peut draguer au pied d'un mur de revêtissement et aussi près du rivage qu'on voudra, mais alors pour que le bateau dragueur conserve son équilibre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il faut que les deux dragues fonctionnent en même temps; et pour qu'il ne dérive pas, il faut de plus que chacune éprouve à peu près la même résistance; ce qui est bien difficile à obtenir. Le bateau dragueur qui est sur la Seine, et avec lequel on a curé plusieurs ports de Paris et celui de Rouen, est de cette espèce. Les dragues et la machine à vapeur qui les fait mouvoir, sont venues d'Angleterre. Le bateau a été construit à Paris.

Le *bateau dragueur* simple étant d'un service plus facile et d'un usage plus général que le double, nous le choisissons de préférence pour l'explication de cette importante machine. (*V.* fig. 1, Pl. 16 des *Arts mécaniques.*) C'est une coupe verticale par le milieu et suivant la longueur du bateau, qu'on suppose placé sur une rivière, un canal, etc., dont on veut approfondir ou unir le lit.

A, Bateau plat sur lequel est placée la drague, ainsi que la machine à vapeur qui la fait mouvoir, la première sur la poupe, et la seconde vers la proue du bateau. Une ouverture *ab* d'une largeur de 30 pouces et d'une longueur suffisante pour le jeu du plan incliné B de la drague C, est ménagée dans le milieu du bateau, comme nous l'avons déjà dit.

cd, Ligne de flottaison.

ef, Fond de la rivière qu'il s'agit d'unir ou de creuser.

D, Chaîne double, sans fin, formée de mailles pleines et articulées, d'une longueur parfaitement égale.

E, *Louchets* en forte tôle de fer; ils sont fixés avec des boulons sur les traverses de la chaîne, et leur contour est percé d'un grand nombre de trous de 6 lignes, pour donner issue à l'eau qu'ils puisent en même temps que le gravier.

F, Cylindre carré qui, en tournant sur son axe, fait circuler la chaîne dont les maillons sont d'une longueur égale aux côtés du cylindre.

G, Roue d'engrenage d'angle, montée en dehors du bâti, sur l'axe du cylindre F; le mouvement lui est communiqué par les pignons coniques *gh* portés par un arbre vertical, et par le pignon *i* monté sur l'arbre horizontal K, auquel la machine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à vapeur placée en X, imprime le mouvement de rotation. Le diamètre de ces rouages est tel, que la machine à vapeur, qui doit être de la force de huit à dix chevaux, faisant environ trente tours par minute, en fasse faire six au cylindre F pendant le même temps. Comme les louchets en travaillant dans le fond de la rivière sont dans le cas de rencontrer des obstacles invincibles, le pignon *i* n'est entraîné dans son mouvement que par un frein qui, cédant à un effort excessif, garantit la machine de tout accident.

H, Autre cylindre carré placé au bas du plan incliné B, qui sert de renvoi à la chaîne D. Les bouts de ce cylindre portent des disques d'un diamètre tel, que la chaîne supposée tendue en dessous, ne puisse pas se jeter de côté, quand on vient à faire rétrograder la machine.

I, Couloir dans lequel les louchets viennent tour à tour se vider.

J, Petit bateau qu'on nomme *marie-salope*, qui reçoit les graviers ou les terres.

K, Petite grue au moyen de laquelle on gouverne le plan incliné B, pour faire mordre les louchets plus ou moins dans le fond.

On remarquera que la distance des deux cylindres sur lesquels circule la chaîne, étant moindre que la moitié de cette même chaîne, la partie inférieure de celle-ci forme une courbure qui fait plonger et traîner dans le fond chaque louchet avant qu'il se redresse, et lui donne ainsi le temps de se remplir. Le bateau a aussi dans le même sens un mouvement progressif qui lui est donné au moyen d'un cabestan à deux rouleaux que la machine à vapeur fait tourner, et d'une corde de touage fixée à une ancre ou sur le rivage. On sillonne ainsi le fond à la profondeur qu'on désire, en remontant contre le cours de l'eau et ayant soin de maintenir le bateau, à chaque voyage, dans des directions parallèles.

On a essayé, au port de Rouen, des bateaux dragueurs à manége; mais il a été reconnu que le travail des chevaux, à dépense égale, ne produisait pas le quart de celui qu'on obtient d'une machine à vapeur. Rien ne peut remplacer ce der-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nier moteur, lorsqu'il s'agit de travaux permanens et qui offrent de grandes résistances.

Il se trouve souvent des pierres ou des rochers dans le fond des rivières, que la drague ne peut enlever ; alors il est nécessaire d'avoir une cloche de plongeur (*V.* ce mot), au moyen de laquelle on va les briser, soit avec les outils ordinaires, soit avec de la poudre à canon.

On donne aussi le nom de *drague* à un filet à mailles serrées fait en forme de sac, dont l'ouverture est armée d'un demi-cercle en fer, qu'on gouverne à l'aide d'un grand manche qui dépasse au-dessus de l'eau, tandis qu'on le fait traîner dans le fond au moyen d'un treuil placé sur le rivage ou sur un bateau tenu à l'ancre. Le côté droit du demi-cercle étant façonné en large, tranchant, rase le fond et fait entrer dans le filet tous les coquillages et autres objets qui se trouvent sur l'espace parcouru. Alors sortant la drague de l'eau, on choisit ce qui est bon à prendre.

Drague d'aviron. Elle se compose de trois avirons de la même longueur et propres au même service.

Drague d'échouage. Ce sont des bordages en saillie cloués sur la carène des bâtimens destinés à être échoués, afin de les préserver de tout choc dangereux. E. M.

DRAPEAU (*Technologie*). Ce mot a plusieurs acceptions dans les Arts industriels.

Le Papetier donne ce nom à de vieux morceaux de toile de chanvre ou de lin que les chiffonniers ramassent, et dont on fabrique le papier.

Le *doreur-relieur de livres* appelle *drapeau* un linge avec lequel il essuie les bords, le dos et les parties du livre sur la couverture duquel il a mis de l'or. Il brûle ce drapeau après un certain temps, afin d'en retirer l'or qu'il contient.

Le Tireur d'or donne le nom de *drapeau* à un petit morceau de drap qu'il tient entre ses doigts pour y faire passer le *battu*. L.

DRAPERIE. Sous la dénomination de *draperie*, ou d'*étoffes drapées* ou *lainées*, on comprend tous les draps unis, les draps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

croisés, les casimirs, les cuirs de laine, les flanelles, les mo
tons, et en général toutes les étoffes à chaîne et trame de la
dont la corde ou le tissu est recouvert par un duvet plus
moins fin, produit du lainage ou du foulage, ou de ces
opérations à la fois.

Les étoffes de laine, *textile laneum*, par leur beauté,
souplesse, leur force, leur légèreté, leur durée; par la
priété qu'a la laine d'absorber les vapeurs aqueuses qui s'
lent incessamment du corps humain, par la propriété qu
a de n'être que médiocrement conductrice de la chaleur
prendre et de retenir, avec la plus grande facilité, toute
de couleur. Ces étoffes, disons-nous, sont les plus pro
faire les vêtemens dont l'homme a besoin pour se garan
la rigueur des saisons. Aussi voit-on tous les peuples ci
des régions froides et tempérées, habillés d'étoffes de laine.

L'origine de ces étoffes remonte sans doute à la plus
antiquité. Homère et tous les écrivains des temps les plus
culés, font mention des nombreux troupeaux que posséd
quelques peuplades, quelques particuliers, dont c'était la
cipale richesse. Ils parlent de l'usage de les tondre et de l'
de leur laine en vêtement; mais ces étoffes furent-elles
ou seulement feutrées? L'histoire ne nous apprend rien à
égard. Il est à croire que l'idée simple du feutrage, qui se
sentait naturellement dans la toison des moutons, a pré
la fabrication très complexe des étoffes tissées, que Pline
tribue aux Égyptiens. Dès cette époque, on dut abandonn
le feutrage, qui ne donne pas, à beaucoup près, une
d'étoffe comparable à celle qu'on obtient par les procé
tissage. Quoi qu'il en soit, le feutrage n'est plus pratiqué
jourd'hui que dans la fabrication des chapeaux d'homme et
quelques étoffes à tapis et à tenture. (*V.* Feutrage.)

Ce n'est pas ici le lieu de rappeler l'histoire de l'établi
ment des manufactures de draps dans les divers pays, et
suivre avec détail les perfectionnemens qu'on y a successiv
ment apportés. Les personnes curieuses de ces sortes de rec
ches, peuvent se satisfaire en lisant l'article *Draperie*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Encyclopédie méthodique, par Roland de la Platière, et l'*Art du Drapier*, par Duhamel Dumonceau. Les améliorations introduites dans cette fabrication depuis l'époque où ces savans ont écrit, en 1785, se trouvent éparses dans divers ouvrages, tels que les Brevets d'invention, le Bulletin de la Société d'encouragement, les Annales des Arts et Manufactures, etc. Nous dirons seulement que ce ne fut que sous Colbert, ce ministre protecteur de l'industrie et du commerce de son pays, que nos fabriques de draperie prirent de la consistance et devinrent enfin supérieures à celles de Flandre, de Hollande et d'Angleterre, qui, jusqu'alors, nous avaient primés. Mais la funeste révocation de l'édit de Nantes, qui vint frapper un grand nombre de nos plus habiles manufacturiers, nous fit bientôt perdre cette supériorité, que nous n'avons pu reconquérir que dans ces derniers temps, par l'effet du concours de quelques heureuses circonstances, telles que l'amélioration de nos laines, par l'introduction des mérinos espagnols et leur croisement avec nos moutons indigènes (*V.* Laine); l'application des principes chimiques au Lavage, à la Teinture des laines et à l'Apprêt des étoffes, tels que les perfectionnemens apportés dans les procédés du Cardage, du Filage, du Tissage, du Foulage, du Lainage, du Tondage. *V.* ces mots pour la description particulière des machines et appareils au moyen desquels on exécute bien plus promptement et avec plus de régularité, chacune des opérations dont on vient de parler, que par les anciens procédés. C'est à deux étrangers, MM. Douglas et Cockeril, que nous dûmes, en 1802, l'importation en France des premières machines à carder et à filer la laine, et à brosser les étoffes par mouvement continu de rotation. Les premiers fabricans qui les adoptèrent furent MM. Ternaux, Décrétot, Poupart de Neuflise. Elles sont décrites et gravées dans le troisième volume des Brevets. On en voit une série complète de grandeur d'usage dans les galeries du Conservatoire des Arts et Métiers, où le gouvernement en fit faire le dépôt, après en avoir acquis le droit par l'achat du brevet d'importation. Ces modèles, mis sous les yeux du public, furent promptement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

imités, et donnèrent un grand élan vers la perfection à établissemens de draperie. Depuis cette époque, mais surt depuis que les communications sont devenues libres avec l gleterre, et que nous avons repris nos expositions publ des produits de notre industrie, qui excite une vive et taire émulation, nos moyens de fabrication se sont conti lement améliorés. La puissance des machines à vapeur est augmenter prodigieusement nos produits. Les ateliers d nommés ont soutenu ou étendu leur réputation; d'autres connus ou récemment formés les ont imités, quelqu même égalés ou surpassés, et sont ainsi devenus à leur des modèles qui propageront les bons exemples. Les fab apportent un soin plus soutenu dans le choix et la prépa des laines, dans l'application des couleurs, dans les a des étoffes; presque tous adoptent les machines qui dimin les frais de main-d'œuvre et leur permettent de livrer produits à meilleur marché.

L'exposition de 1823 a constaté, d'après le rapport du que Sedan et Louviers sont toujours au premier rang pou production des draps superfins; que Beaumont-le-Roger avec Louviers de perfection; que la ville d'Elbeuf, qui, de long-temps, ne redoute aucune concurrence pour la soli ses produits, étend avec rapidité la sphère de son indust et qu'elle fabrique maintenant des draps qui, pour la fi et le moelleux, approchent de ceux de ces dernières v Castres, qui n'a pris rang parmi les villes manufactur qu'en 1814, se trouve déjà placée à la tête de la fabri des cuirs de laine, des casimirs, de tous les draps croisé leur légèreté fait rechercher par le commerce du Levant. T et Limoux imitent les beaux draps de Sedan; Beauvais ceux de Louviers, Lodève ceux d'Elbeuf; beaucoup de v tant du Nord que du Midi, fabriquent avec avantage des d légers à l'instar de ceux de Castres.

Tours, Mont-Luel, Vienne, Châteauroux, Carcassonn autres villes, qui fournissent des draps de moyenne qualit notre consommation intérieure et à notre commerce d'exp

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tation, ainsi que Bourges, Clermont, Lodève, Bedarieux, Limoges, Troies, Vire, etc., qui sont en possession de fabriquer le drap commun pour l'habillement des troupes, ont pris part au grand mouvement imprimé à notre industrie.

La *draperie*, considérée dans son ensemble, est une des sources les plus fécondes et les plus puissantes de notre prospérité manufacturière. On estime à 238 millions de francs, la valeur totale des produits qu'elle livre annuellement au commerce. La ville d'Elbeuf, seule, entre dans cette somme pour 36 millions.

M. le comte Chaptal, dans son ouvrage sur l'industrie française, publié en 1819, porte à 23,700,000 fr. le montant des exportations de nos draperies; d'où il résulte que la consommation intérieure s'élève à 214 millions 300 mille francs. En supposant la France peuplée de 30 millions d'habitans, on voit que cela donne, pour la dépense annuelle d'habillement de chaque individu, une somme de 7 fr. 14 centimes (1).

Nous ne croyons pas nécessaire de donner ici les divers procédés particuliers qu'on suit dans la fabrication de chaque espèce de draps; cela nous mènerait trop loin et à des répétitions fastidieuses et inutiles. D'ailleurs, les variétés qu'on remarque dans les diverses sortes de draps, proviennent moins des procédés de fabrication, que de la qualité des laines, de leur filage plus ou moins égal et fin, du tissage et surtout des apprêts plus ou moins soignés.

Voyez au mot LAINE combien le climat, l'espèce des moutons et leur éducation ont d'influence sur la finesse de leurs toisons. Le fabricant de draps ayant fait choix de la laine qui convient à sa fabrication, n'a plus actuellement à s'occuper de son LAVAGE (*V.* ce mot). Il l'achète en balle toute lavée et triée en diverses qualités, qu'on désigne dans le commerce sous le nom de *laines primes, secondes, tierces, kaidas, jaunes*, etc.; il ne lui

(1) Cette dépense paraît inférieure à la réalité; mais il faut considérer que les femmes et les enfans, qui forment environ les deux tiers de la population, ainsi que beaucoup d'hommes du Midi, ne s'habillent pas de drap.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fait plus subir qu'un simple Dégraissage (*V.* ce mot); fait perdre environ 15 ou 16 p. 100 de son poids. Ce a pour objet de la purger complètement de toutes les étrangères qu'elle contient encore, et de la disposer verses opérations auxquelles elle doit être successivement mise, et que nous allons indiquer par ordre et sommair sauf les explications des divisions de ce travail, qui ne pas être renvoyées à des articles particuliers.

L'Épluchage ou Détrichage de la laine (*V.* ces mot les fabricans de draps faisaient autrefois dans leurs s'exécute aujourd'hui dans les Lavoirs de laines.

Le Dégraissage (*V.* ce mot) qu'on fait subir à la la de la mettre en œuvre, a pour objet de lui enlever le suint ou de saleté qu'elle pourrait contenir encore; disposer à recevoir l'opération de la Teinture (*V.* Celle-ci se donne soit à la laine, soit aux fils, soit à après l'avoir tissée; ce qui fait dire que *le drap a été laine, en fil,* ou *en pièce,* suivant que c'est l'un ou l'au cédé qu'on a employé. La teinture en laine est la plus plus solide; les draps fins sont teints de cette manière alors la laine est plus dure à ouvrir et à carder que état naturel: cela ne change rien à la suite des proc le cas de la teinture en pièce, on a à garantir les son action. Pour cela, on les roule sur elles-mêmes enveloppe de bandes de toile très serrée, qu'on co long, de manière que la couleur ne puisse pas y pénétrer on vient à plonger la pièce dans la cuve de teinture.

On fait des draps d'une seule ou de plusieurs esp laines, comme aussi d'une seule ou de plusieurs sortes leurs mêlées ensemble dans des proportions déterm mélange s'exécute en même temps que l'*huilage,* dans ou bache doublée de plomb, dans laquelle on remue au moyen d'un râteau à dents de fer, jusqu'à ce qu'e imprégnée de l'huile qu'on y a versée en même temps, proportion de 10 à 12 p. 100.

La laine ainsi préparée est portée à la machine à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à laquelle, dans les ateliers, on donne le nom de *diable*, de *loup*; cette machine consiste en un tambour de 3 pieds de diamètre et autant de longueur, tournant sur son axe avec une vitesse de 100 tours environ par minute. Son contour est armé de pointes de fer qui se croisent avec d'autres pointes semblables, fixées à l'intérieur d'une surface cylindrique, au milieu de laquelle est placé le tambour. La laine étant jetée sur une toile sans fin le plus uniformément possible, est amenée à la machine par des cylindres nourrisseurs, comme dans une carde; elle sort par le côté opposé, après avoir reçu l'action vive et répétée des pointes du tambour en mouvement. Cette machine, qui exige la force d'un cheval, peut ouvrir 3 ou 400 livres de laine par jour.

Après cette opération, vient le *droussage* ou *cardage* en gros (*V.* ce dernier mot). La laine en sortant de cette machine se roule sur un tambour et forme un manchon d'un poids donné, qu'on ouvre et qu'on place ensuite sur la *Carde à loquettes* (*V.* ce mot); c'est une carde analogue à celle dont on fait usage pour le coton, mais avec cette différence dans les résultats, que, pour le coton, toutes les opérations successives qu'on lui fait subir, ont pour objet d'amener à une direction parallèle tous les filamens élémentaires, afin d'avoir un fil uni et sans barbe, tandis que c'est le contraire qu'on cherche dans la filature de la laine. C'est pour cette raison que les loquettes sont prises en travers sur le tambour de décharge, c'est-à-dire dans le sens de sa longueur, et qu'à cet effet on le couvre de plaques au lieu de rubans de cardes. Chaque loquette n'a ainsi que la longueur du tambour, mais on en forme des boudins d'une longueur indéterminée, en les soudant les uns au bout des autres. Ces boudins, placés dans des paniers, des pots de fer blanc ou de tôle, sont portés aux métiers à filer. (*V.* Filage de la laine cardée.)

C'est ainsi que se prépare la laine destinée à la fabrication des draperies fortes et feutrées; mais celle qui est destinée aux étoffes légères, est peignée au lieu d'être cardée. (*V.* Peignage et Filage de la laine peignée.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On sent que le filage de la laine cardée ou peignée, ... faire dans des établissemens particuliers, qui fourniraient ... fils aux fabricans d'étoffes. Cela se fait même ainsi dans ... ques manufactures, surtout en Angleterre, où l'on co... bien les grands avantages qui résultent de la divi... travail.

Pour toutes sortes de tissus, il faut des fils tordus à ... grés différens pour former la chaîne et la trame ou ... dernier doit être beaucoup moins tordu, ou, comme on ... *mou* que le premier, afin que, conservant plus de sou... se prête mieux au travail du tissage. On a donc soin ... filatures, de distinguer les fils fabriqués pour chaîne ... trame.

Tissage du drap (*V.* MÉTIER A TISSER). Nous allon... quer le travail particulier du métier à tisser relativem... étoffes de laine dont il est ici question, parce que dans ... cription générale de cette machine, nous ne dirons pl... des applications à ce genre de fabrication.

L'opération du foulage rétrécissant le drap d'en... moitié, il faut en tisser la toile d'une largeur double ... qu'on veut avoir en définitive. Les beaux draps fins pa... de large ont été tissés à $\frac{15}{4}$, c'est-à-dire 3 aunes ou ... 6 pouces. On ne croyait pas anciennement qu'un seul ... pût faire passer la navette dans une largeur aussi con... on craignait que le mouvement qu'il fallait lui imprim... la faire traverser, ne fît rompre la duite, qui est ordinai... d'un fil peu tordu et mou, comme nous l'avons déjà ... server. D'ailleurs, avant qu'on connût l'usage des N... VOLANTES (*V.* ce mot), un seul tisserand placé au ... d'un métier aussi large, ne pouvait pas atteindre, sans ... ranger, les lisières de son tissu, pour lancer de côté en ... la navette, tout en faisant jouer en même temps les ... du métier. Il fallait donc, pour servir un métier de cette ... geur, deux tisserands placés à droite et à gauche, qui ... renvoyaient réciproquement la navette et la poussaient ... vers les fils de la chaîne, quand le premier mouvement ...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

primé ne suffisait pas pour la faire arriver jusqu'au bord opposé. Mais aujourd'hui, à l'aide de la navette volante garnie de galets à sa partie inférieure, qui en diminuent le frottement, un seul tisserand placé au milieu est suffisant. On adoptera sans doute, très prochainement pour ce genre de tissage, les métiers mécaniques déjà introduits dans la fabrication des calicots. (*V. Métier mécanique à tisser.*)

La chaine étant ourdie et parée (*V.* Ourdissage et Encollage) avec un certain nombre de fils sur les côtés, de couleur différente pour former les lisières, on la place sur le métier comme à l'ordinaire; alors faisant ouvrir la croisure ou pas de la chaîne, l'ouvrier y fait passer, au moyen de la navette, un fil de la trame ou duite, qu'il enfonce à l'aide de plusieurs coups du battant, dans le fond de l'angle de la croisure; mais ces coups ne se donnent pas de suite sur l'ouverture du même pas; on en donne la moitié sur le jet même de la duite, ce qu'on appelle *frapper à pas ouvert*, et l'autre moitié à *pas fermé*, c'est-à-dire après avoir changé la croisure. Les coups frappés à pas fermé produisent, pour le serrement de la duite dans le fond du pas, beaucoup plus d'effet que ceux qu'on frappe à pas ouvert. Aussi les ouvriers, actuellement, pour faire la toile la plus serrée, ne frappent-ils que trois ou quatre coups, un seul à pas ouvert et les autres à pas fermé. Un demi-pouce d'étoffe étant fait, le tisserand règle l'ouvrage, c'est-à-dire qu'il rétablit chaque fil dans sa direction, dans sa croisure avec les fils voisins; il renoue ceux qui se sont cassés, retend les lâches, remet ceux qui se sont perdus et les attache à des poids suspendus au-delà de l'ensouple.

Le tisserand fait ensuite une partie d'étoffe qu'on nomme *entre-bandes*, parce qu'en effet elle est tissée entre des bandes de quelques duites de fils de couleur différente de celle du drap. Ces entre-bandes, qui ont deux, trois ou quatre pouces de large, sont faites avec la même trame que celle qui doit servir au corps de la pièce, mais les fils de couleur sont ordinairement plus gros. C'est la *tête*, le *chef* ou le *cap* de la pièce. On donne le nom de *queue* à l'autre bout, qui se termine de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la même manière. C'est sur ces bandes qu'on inscrit, à l'aiguille, le nom et la demeure du fabricant, le numéro de la pièce, les *rosettes*, qui doivent indiquer le pied des cou... C'est aussi dans ces bandes qu'on découpe, avec un emp... pièce, les échantillons que le fabricant fournit aux march... ou aux consommateurs.

Aussitôt que le tisserand se trouve avoir une longueur... toffe de quelques pouces, il met le TEMPLE (*V.* ce mot)... de la maintenir dans toute sa largeur, et d'empêcher le ... trécissement que ne manquerait pas de produire sur les c... tirage du *lancé* de la navette.

Le *drap* étant tissé à *trame mouillée*, ne doit pas, com... toile ordinaire, être enveloppé sur une ensouple, où il s'éc... ferait et gênerait même l'ouvrier; on le déroule et on l... jette sur le *faudet* placé sous le métier, où il se sèche. On ... laisse sur l'ensouple que la longueur nécessaire pour ... dessus.

Le mouillage du fil destiné à faire la trame ne doit pas ... faire indifféremment dans toute espèce d'eau; comme ... doit conserver sa souplesse, il faut éviter de le tremper ... des eaux crues, acidules ou alcalines, qui le rendraient ... occasionneraient un commencement de feutrage. On se ... donc d'eau de pluie ou de rivière; le mouillage se fait en ... veaux, dans un cuvier, où on laisse tremper le fil jusqu... qu'il soit bien humecté, après quoi on le laisse égoutter sur ... bâtons, et puis on le met sur les *cannettes*, au fur et à me... du besoin. Travaillant avec une trame mouillée, on sent ... les lames du peigne ne doivent pas être en fer; la rouill... aurait bientôt détruites : elles sont de roseau ou de cuivre.

A chaque cessation de travail et au moment de le reprend... le tisserand doit, avec une éponge ou une poignée de ... morceaux de fils, que les ouvriers nomment *corons*, et qui ... imbibés d'eau, mouiller la dernière partie de la toile fa... quée. Cette précaution est nécessaire pour que les nouv... duites s'approchent des anciennes, au même degré que d... les parties de la pièce faites sans interruption; on évite par...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les *clairures* ou *entre-bats*, qu'aucune des opérations suivantes n'effacerait.

Les fils d'une chaîne étant très tendres, quoique *parés*, se cassent aisément; un bon ouvrier s'en aperçoit de suite et les rétablit; il garantit ainsi les étoffes des défauts qu'on nomme *fourlançure*, *lardure*, *pas de chat*, *rosée vide*, *pas d'araignée*, etc., qui proviennent des fils de la chaîne qui manquent, qui sont trop ou trop peu tendus, qui se marient et ne croisent plus. Un des moyens d'empêcher la rupture des fils de la chaîne, c'est de l'huiler de temps en temps entre les tissus et le peigne. On en use ainsi pour *enfrayer* des tissus et un peigne neuf, et pour adoucir une chaîne qui aurait été trop collée; mais dans le cas contraire, on la pare légèrement, entre l'ensouple et les lisses, avec une bouillie faite de farine de seigle et d'eau, ou seulement avec du petit-lait qu'on étend sur les fils de la chaîne au moyen d'une brosse.

Une chaîne étant toujours ourdie sur une longueur considérable, à cause du retrait qui a lieu au foulage, elle forme étant roulée sur l'ensouple, un cylindre ou manchon d'un certain diamètre; et comme cette chaîne, en se développant sur le métier à tisser, doit conserver une position horizontale, l'ouvrier est obligé d'élever l'ensouple à mesure que le diamètre du manchon diminue; ce qui se fait en introduisant des cales sous les tourillons; ou bien, comme cela se fait dans les nouveaux métiers, l'ensouple est placée plus bas, et les fils de la chaîne vont passer sur un rouleau de renvoi, tournant librement sur ses tourillons, dont l'arête supérieure est au niveau ou sur la même ligne horizontale que le milieu du peigne.

Les fils destinés à former les LISIÈRES (*V.* ce mot) ne sont pas ourdis en même temps que la chaîne; on les ajoute après que la pièce est montée sur le métier, et on la tend au moyen de poids, à peu près au même degré que les fils de la chaîne.

Les tisseurs sont payés à tant par aune, mais seulement après que le fabricant, assisté du chef des tisseurs, a fait la visite de l'ouvrage. Pour cela, la pièce étant étendue et placée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur deux perches élevées, distantes l'une de l'autre de 3 pi
dans un endroit bien éclairé, le fabricant l'examine en la
sant passer lentement devant lui, et la tirant par les lis
Il s'assure d'abord qu'elle n'a pas éprouvé d'échauffement
le tissage, ce qui se manifeste par une couleur verdâtre
les draps blancs, et par une odeur fétide qui s'en exhale.

A mesure que les pièces sont reçues, elles sont marquées
l'une des *nopeuses*, qui y brode, en caractère lisible, à l'en
en tête et en queue, avec du fil de couleur différente de
de l'étoffe, le nom même du drap, celui du fabricant et
demeure. On choisit, pour faire l'*endroit* du drap, le côté
toile qui présente le moins de défauts ou de nœuds.

Les pièces étant ainsi marquées, on leur fait subir l'o
tion du *nopage*, de l'*épincetage* et de l'*époutissage*, qui co
à dédoubler les fils qui seraient doubles, à rapprocher
dans les *clairures*, à détruire les nœuds, à l'aide de p
pinces pointues qu'on appelle Brucelles, à retirer les ord
les pailles qui seraient prises dans le tissu, qu'on fait to
ensuite à l'aide d'un petit balai de bouleau sec. Cette opér
a lieu, pour les draps fins, au moins trois fois en diffé
circonstances; la première sur le drap en toile, et s'ap
nopage en gras ou en *écru;* la seconde après le lavage du
s'appelle *nopage en maigre;* la troisième à la sortie des
prêts, et prend le nom de *nopage en apprêt*. Dans tous les
ce travail se fait sur des tables en forme de pupitre, to
au jour, sur lesquelles les pièces sont étendues et att
par leurs lisières, de sorte que les *nopeuses* et *épinc*
puissent les parcourir dans toute leur longueur.

Un fabricant de draps de Cambresi a pris, dans les de
mois de 1824, un brevet d'invention pour une machine
l'objet est d'effectuer le travail de l'*épincetage;* il lui a donn
conséquence le nom d'*épinceteuse*. Si les nœuds ou floc
enlever sur une pièce d'étoffe étaient très multipliés, on
çoit qu'il pourrait être avantageux d'y employer une ma
qui, agissant partout de la même manière, les saisir
enlèverait nécessairement; mais ces défectuosités, qu'il

de faire disparaître, sont éparses par-ci, par-là, et les épinceteuses n'ont rien à faire dans les intervalles; il peut donc arriver que ce travail soit moins dispendieux à la main que par machine.

Foulage des draps. (*V. Moulin à foulon.*) C'est le feutrage d'une étoffe de laine, qui en fait du drap. On feutre les draps en les foulant, au moyen de *maillets*, à la manière de France et d'Angleterre, ou de *pilons*, comme les Flamands et les Hollandais, dans des auges de bois qu'on appelle *piles* ou *pots*, d'une forme particulière qui sera expliquée au mot *Moulin à foulon*. De toutes les opérations qui concourent à la fabrication du drap, le *foulage* est celle qui suppose la pratique la plus éclairée et l'attention la mieux soutenue. Ce travail se divise en trois temps, le *lavage*, le *dégraissage*, et enfin le *feutrage*, qui se font avec de l'urine, de la terre glaise ou argile, et du savon. Le choix de ces substances n'est pas indifférent. C'est de l'urine d'homme ayant bu du vin qu'on préfère, et qu'on emploie après qu'elle a éprouvé la fermentation putride. La terre glaise des *foulonniers* se reconnaît à une couleur grisâtre, très savonneuse au toucher; elle doit être extraite long-temps avant de l'employer. Le savon est dur ou mou, fait avec des huiles d'olives ou de graines et de la soude. Les fabricans de draps du Languedoc se servent du savon de Marseille, qu'ils font dissoudre sur le feu dans une suffisante quantité d'eau, après l'avoir coupé par tranches extrêmement minces. A l'égard du savon vert ou mou dont les fabricans du Nord font usage, il suffit d'en empâter l'étoffe de distance en distance.

Du lavage. Cette opération a pour objet de purger le *drap* des huiles et de la colle qui ont été employées lors du cardage et du tissage. Il importe même de ne pas la différer beaucoup, afin de ne pas exposer les pièces d'étoffes roulées sur elles-mêmes ou empilées, à une fermentation qui se développe très promptement, et qu'on ne prévient qu'en les déroulant et leur faisant prendre l'air tous les jours, dans un endroit très sec. Ce lavage se fait dans les piles des foulons, à l'urine ou à la terre glaise, en faisant battre les maillets ou pilons très len-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tement, pour ne pas donner à l'étoffe un commencement de feutrage. Lorsqu'on lave à la glaise, on mouille d'abord l'étoffe pour ramollir la colle et la disposer à se bien endu de cette terre. A cet effet, on la roule sur elle-même et on porte dans la pile, où on la fait battre en y faisant arriver l'eau pendant une demi-heure; alors on la retire, on la fait égoutter un peu, et puis on la remet en rond, en répandant la terre par-dessus. Cette pièce replacée dans la pile, y est nouveau battue pendant trois quarts d'heure, en versant même temps deux seaux de glaise bien épurée et bien délayée; on la fait ensuite dégorger, en continuant le bat pendant une heure, à grandes eaux qu'on fait arriver par robinets, et qu'on laisse sortir par des trous pratiqués au des piles.

Le *lavage* à l'urine est moins long. Il suffit de mettre pièce de drap roulée dans la pile, et d'y verser assez d'u pour la tremper entièrement. Le reste se fait de même que le lavage à la terre.

Le *drap* ainsi lavé et sec, subit le *nopage en maigre*.

Du dégraissage. Dans cette opération comme dans la pré dente, on fait battre le drap après l'avoir placé en rond la pile avec de la terre délayée en quantité suffisante, faisant tomber un léger filet d'eau pendant un quart d'h seulement. Alors arrêtant le cours de ce filet d'eau, on battre pendant six heures environ, jusqu'à ce qu'enfin la graisse du *drap* soit absorbée par la glaise; ce qui se feste par beaucoup d'écume sous les pilons. Alors on fa gorger en laissant battre pendant quelque temps à grande

Pendant cette opération, il y a une manœuvre à faire exige deux personnes; elle consiste à tirer d'heure en heu drap de la pile et à le *détirer* de main en main par les sières, afin de lui faire prendre l'air et d'empêcher les faux de se former.

Nous ne donnons ici que des préceptes généraux. Les m opérations dont nous venons de parler très succintement, pratiquées diversement, dans les différens pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Du foulage. Tout le travail du *lavage* et du *dégraissage* que nous venons d'indiquer, n'est que préparatoire à celui du *foulage au savon.* Dégorgé, parfaitement net, égoutté au point de n'être plus que légèrement humide, le *drap* est placé dans la pile du foulon. Ayant fait dissoudre dans l'eau et sur le feu 7 à 8 livres de savon blanc, plus ou moins, suivant la dimension de la pièce d'étoffe, on partage cette dissolution savonneuse en deux portions égales, et l'on ajoute à une de ces moitiés une quantité d'eau tiède, de manière à en avoir deux seaux. On lui donne le nom d'*eau blanche.* Cette dissolution étant refroidie, on en arrose le drap à mesure qu'on le range en rond dans la pile; et puis on fait battre d'abord lentement, et puis précipitamment, pendant 10, 12, 15, 20, 25, 30 heures, et même plus, suivant que le drap est, par sa qualité et sa préparation, plus ou moins disposé au *foulage,* et qu'il a peu ou beaucoup à perdre de sa dimension. Ce travail ne s'exécute pas tout d'un trait; on l'interrompt de deux heures en deux heures pour retirer le drap de la pile, le détirer et lui rendre de la dissolution savonneuse qu'on a mise en réserve, et voir les progrès du *foulage,* en le mesurant sur sa largeur de distance en distance. Si le rétrécissement est inégal, on y remédie lorsqu'on le rempile, en tordant les endroits larges et en laissant à plat les étroits. On continue le *foulage* jusqu'à ce que l'étoffe ait un pouce de moins en largeur que la dimension qu'on veut avoir. Ce léger excédant de rétrécissement a pour but de faciliter l'*équarrissage* de la pièce; ensuite on la fait battre à plat pour en effacer les plis pendant qu'elle est encore chaude, car ils deviendraient ineffaçables si l'on attendait qu'elle fût froide.

Quelques foulonniers ont la mauvaise habitude d'employer l'eau de savon chaude au lieu de l'employer froide, comme nous l'avons indiqué; cela hâte le *foulage,* mais le tissu n'a pas eu le temps de s'ouvrir, ni les fils de se *défiler;* le drap, au lieu d'être souple et moelleux, sera sec et mou. Il en sera de même si le retrait occasionné par le feutrage, n'avait pas lieu en même temps sur la longueur comme sur la largeur; car il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faut que la chaîne ainsi que la trame s'ouvrent, se dilatent et se détordent en même temps et en proportion, pour que l'étoffe soit de bonne qualité. La rentrée ordinaire des *draps* pour constituer un bon feutrage, est d'un tiers sur la longueur et de trois septièmes, trois huitièmes et quatre huitièmes en plus sur la largeur. Il est de règle qu'un *drap* de cinq quarts, première qualité, doit avoir acquis la force et l'épaisseur convenables, quand il se trouve réduit, après le foulage, savoir: sur la longueur de soixante-trois aunes à quarante-deux, et sur la largeur de deux aunes un quart à cinq quarts. Ainsi le *foulage*, d'où dépendent le corps, le moelleux et la beauté du *drap*, ne leur procure ces importantes qualités qu'aux dépens de leur longueur et de leur largeur.

Le drap étant foulé, on le fait *dégorger* dans la machine à l'eau claire, en le faisant battre à plat pendant une heure ou plus, si cela paraît nécessaire; et puis on le porte au trempoir pour le bien rincer au courant de l'eau en le houant, et on le fait sécher.

Le foulage au savon est le plus généralement pratiqué. Néanmoins quelques fabricans foulent à l'urine, surtout les dernières qualités des draps qui doivent être teints en noir. Ce *foulage* est très économique, en ce qu'il dispense du *lavage* et du *dégraissage*, et qu'il ne diffère d'ailleurs en rien, quant aux manœuvres, de celui au savon. Le drap se met en pile dans la pile, avec deux ou trois seaux d'urine. On fait battre d'abord lentement, en le lisant au moins une fois par heure, jusqu'à ce que la corde, bien ouverte, se trouve bien disposée au feutrage. On augmente successivement la vitesse des maillets ou des pilons, et puis on ne lise plus que de deux heures en deux heures, ayant soin, avant de rempiler, d'inspecter la largeur dans toute la longueur de la pièce, de tordre ou de laisser à plat les parties qui ne seraient pas encore assez rentrées, ou qui le seraient trop. Le dégorgeage s'en fait ensuite comme dans le cas du foulage au savon.

Quelques fabricans sont dans l'usage, quand ils foulent à l'urine, de répandre dans la pile, sur le drap, de la farine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'orge, de fèves ou d'avoine. Ces substances mucilagineuses rendent le bain d'urine plus visqueux, et, suspendant le feutrage, elles disposent le drap à le mieux recevoir. S'il arrivait qu'on eût mis une trop grande quantité de farine, on pourrait en neutraliser l'effet, en jetant dans la pile une poignée ou deux de crottin de mouton, tamisé et délayé dans un peu d'urine : cela hâte la rentrée de l'étoffe, que la farine avait suspendue. Cette pratique serait même bonne à employer dans tous les cas où le retrait ne se ferait pas assez vite.

Les draps sortant des moulins à foulon, subissent successivement diverses opérations qu'on nomme *apprêts* (*V.* APRÊTEUR). Dans cet article, on a expliqué quelques-uns des procédés de l'art de l'apprêteur en étoffe de laine, tels que le *pressage*, le *décatissage* à chaud et à froid, le *dégraissage* des étoffes non feutrées, le *grillage* des tissus légers, etc. Mais il nous reste à indiquer ce qui se pratique à l'égard des belles et grosses *draperies* feutrées dont il est ici question; leur *apprêtage* se compose du *lainage*, du *tondage*, du *ramage*, *époutissage*, *couchage*, *pressage* et *entoilage*.

Du lainage des draps. Le lainage des draps est une façon qu'on leur donne, alternativement avec la tonte, en les tirant en longueur du côté de l'endroit, soit avec des brosses dures, des cardes, soit avec des têtes de chardon. L'objet de cette façon est de recouvrir, de garnir d'un duvet très serré la surface du drap, et de donner en même temps aux poils une direction déterminée. Autrefois cette façon se donnait à la main; la pièce d'étoffe étant convenablement mouillée et suspendue sur des perches, passait successivement devant deux hommes qui la brossaient, en tirant toujours du haut en bas, avec des chardons dont leurs mains étaient armées. Cette manipulation, très longue et très pénible, et par conséquent fort dispendieuse, et qui ne pouvait pas être rigoureusement uniforme dans toute l'étendue de la pièce, a été heureusement remplacée par le travail d'une machine qu'on nomme *laineuse*; elle est décrite et gravée dans le 3e vol. des Brevets d'invention, et fait partie des machines qui composent le système importé par Douglas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Elle consiste en un tambour formé de cercles de fonte, le contour desquels sont fixées dix ou douze barres de armées de têtes de chardons dont les piquans sont tous di dans le même sens. Ce tambour tournant très rapidement son axe dans le sens des piquans, produit sur la pièce de qu'on lui présente successivement, tantôt en montant, t en descendant, un brossage très uniforme.

A cet effet la pièce de drap, ou même plusieurs pièces sues ensemble par leurs chefs, sont roulées sur un cylindre se place au-dessous du tambour à chardons, dans une pleine d'eau, d'où elles vont s'enrouler sur un cylindre blablement placé au-dessus du tambour. La pièce d'étoff passant de l'un à l'autre cylindre avec un mouvement l uniforme, qui est produit par des engrenages disposés effet, embrasse une portion, environ le tiers du tambour lequel on la fait presser d'ailleurs à volonté, au moyen frein agissant sur le cylindre qui déroule, tandis que cel enroule la tire nécessairement.

Cette opération se multiplie, se varie et se fait à pa contre-poil, alternativement avec la tonte, jusqu'à ce que l bricant juge le travail arrivé à sa perfection. On dit qu lainage est à sa *première, deuxième, troisième eau,* suivant nombre de fois qu'on a passé l'étoffe à la machine. Les dr fins reçoivent quatre eaux, les ordinaires deux, et les c muns une.

Les opérations du *lainage* et du *tondage* se faisant alterna vement, l'une à l'eau et l'autre à sec, on est obligé à cha fois de faire égoutter et sécher les pièces de draps. A cet effe on a de grands séchoirs en plein air pour l'été, et à couv pour les saisons pluvieuses et l'hiver, dans lesquels on l étend. Quelques fabricans viennent d'établir des étuves cha fées par des caloriferes, où les draps sont promptement séch par des courans d'air chaud sans cesse renouvelé. (*V.* Étuve Séchoir.)

Tondage. (*V.* Forces, Tondeuse.) Cette opération est tot lement changée par l'admission des machines qu'on a imag

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nées pour cet objet depuis vingt-cinq ans. Autrefois, le drap, étendu et fixé par des épingles sur des tables rembourrées, et mis en travers, était tondu au moyen des cisailles qu'on nomme *forces*, qu'autant d'ouvriers tondeurs faisaient jouer. Un fabricant de Leeds, en Angleterre, imagina un moyen de les faire aller par un moteur général. De cette manière, il supprima les neuf dixièmes des ouvriers tondeurs; ceux-ci se révoltèrent et brisèrent les machines. Mais cette invention, qui apportait une grande économie de main-d'œuvre, s'étant reproduite partout, les ouvriers furent bien obligés de la souffrir. Les premières machines de ce genre que nous ayons eues en France, sont dues à MM. Leblanc-Paroissien de Reims, et à Wathier de Charleville, etc.; elles sont gravées et décrites dans les 2e et 3e vol. des Brevets.

Depuis, on a inventé une autre machine plus expéditive encore, que M. John Collier a perfectionnée, qui tond par mouvement continu de rotation, soit dans le sens de la longueur, soit dans le sens de la largeur de l'étoffe. (*V.* TONDEUSE HÉLIÇOÏDE TRANSVERSALE.) Elle est décrite et gravée dans le 3e vol. de la Mécanique industrielle de M. Christian.

L'objet de la tonture est de découvrir le tissu ou corde du drap, pour que les chardons l'atteignent, le pénètrent, en démêlent les poils et les amènent à la surface. Sans ces tontures répétées alternativement avec le lainage, les chardons glisseraient sur le poil tiré dans les précédens lainages; la pointe des chardons n'y pénétrerait pas et n'amènerait pas de nouveaux poils. Un drap est estimé bien tondu, lorsqu'il est approché très près, uni, couvert dans toute son étendue, qu'il n'y a point d'*écriteaux*, de *bises*, d'*entre-deux* ou *banqueroutes*, de *mâchures*, de *témoins*, de *pointages*, de *papes* ou *queues de rat*, et de *coups de fonds*: mots par lesquels on désigne les endroits où le poil est resté plus long; ceux où les égrains des forces ont laissé des traces; ceux où les reprises se voient; ceux où le poil, au lieu d'être coupé, n'est que mâché; ceux où le poil n'est point coupé; enfin, ceux où le poil, coupé jusqu'à la corde, donne l'idée d'une étoffe vermiculée ou rongée des vers à la surface;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou qu'il s'y trouve des coups de pointage occasionnés une mauvaise direction des forces ; ou qu'ayant négligé de faire des plis, le drap se trouve coupé ou rasé trop à fond.

Du ramage des draps. Les draps ayant subi les opérations *lainage* et du *tondage*, sont mis à la *rame* pour en effacer plis et les mettre à une largeur uniforme dans toute leur long

La *rame* est un fort châssis en bois de charpente, com de poteaux plantés en terre et de plusieurs traverses d supérieure est mobile le long de ces poteaux, afin de pou fixer à toutes les hauteurs qu'exige la largeur des étoffes. gueur de ce châssis est également suffisante pour recevoir les grandes pièces. Les traverses du bas et du haut portent de chets en fer très rapprochés, auxquels on accroche le par les lisières, après l'avoir suffisamment mouillé; alors vant la traverse supérieure à l'aide de leviers ou de vis, fixe partout à la même hauteur, quand on juge que l'é du drap est suffisant. On peut, de cette manière, lui rend la largeur qu'il aurait perdue par une rentrée trop con rable au foulage. On laisse sécher la pièce sur la rame; e elle est remise aux *époutisseuses*, qui l'étendent sur une en pupitre, au grand jour, où elles l'examinent avec b grande attention, et en retirent la poussière et toutes les galités qui auraient pu échapper aux premières opération

Du couchage du poil des draps. Cette opération, dont l est de donner une seule et même direction aux poils d'une é dans toute sa longueur du côté de l'endroit, se faisait autrefo main, sur des tables disposées à cet effet, à l'aide de fortes br de soies de sanglier, et d'une *tuile* ayant les mêmes dimens que les brosses. Aujourd'hui ce travail, qui termine les fa du drap fin, s'exécute à une machine de rotation analogu machine à lainer, mais dont la moitié des barres du tam sont des brosses raides de poils de sanglier, au lieu d'être chardons; et l'autre moitié, des planches garnies de la subst avec laquelle on compose les *tuiles à lustrer*, qui est un mél de résine, de grès pilé et de limaille de fonte tamisée, en é quantité, le tout mêlé et broyé à chaud, de manière qu'

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

refroidi il a la consistance d'une pierre. Le drap doit être légèrement arrosé.

Le couchage étant terminé, on plie la pièce en deux dans le sens de sa longueur, l'endroit en dedans, les lisières l'une contre l'autre; et puis la repliant sur elle-même en zigzag, on en fait un rouleau enveloppé de la tête, qu'on porte ainsi à la presse. (*V.* APPRÊTS.)

Les draps ayant ainsi reçu toutes leurs façons, sont *endossés* ou enveloppés de leurs têtes, dont on sépare le bout de sa lisière sur laquelle est placé le plomb, en laissant sortir le chef pour mettre la marque en évidence. On les enveloppe ensuite de papier et d'une toile légère d'emballage, qu'on coud par les deux bouts. C'est ainsi qu'on les livre au commerce et à la consommation.

Autrefois, avant que les professions industrielles fussent déclarées libres, la fabrication des draps était assujettie à une inspection très rigoureuse. On ne permettait pas, à la vérité, qu'on livrât à la consommation, ni au commerce, des étoffes mal ou médiocrement fabriquées; mais cette inspection, qui s'était fait des règles fixes desquelles on ne permettait pas de sortir, arrêtait toute émulation, tout perfectionnement. Il n'était pas permis de sortir des ornières tracées, bien qu'on eût pu mieux faire. Aussi à peine les entraves furent-elles brisées, qu'on vit la fabrication du drap marcher de perfectionnemens en perfectionnemens, qu'une heureuse concurrence accélérait sans cesse. De grandes améliorations relativement à l'économie des procédés ont eu lieu, et l'admission qu'on s'empresse de faire des machines à vapeur, en amènera encore d'autres. D'ailleurs, ce genre de produit est favorisé par une prime d'exportation qui s'élève, pour les tissus fins de pure laine, à 90 fr. par 100 kilogrammes, et pour les draps communs à 45 fr.

D'après ce que nous venons de dire de la fabrication des étoffes de laine, on peut juger de la dimension que doit avoir un établissement dans lequel on exécuterait toutes les opérations qui y sont relatives. Chacun des ateliers doit être im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mense, et, indépendamment de cela, il faut encore d
vastes magasins, tant pour les matières premières que p
objets fabriqués. On ne peut s'en faire une idée préci
près avoir visité quelques-unes de ces vastes fabriques qu
tent à Sedan, à Louviers, à Elbeuf; à Leeds, à Glocest
Angleterre. E.

DRAVOIRE ou DRAYOIRE (*Technologie*). C'est le c
à revers dont le Corroyeur se sert pour drayer le
(*V.* T. VI, pag. 101.)

DRAYURE (*Technologie*). Ce sont les rognures
tanné, qui ont été enlevées par la *drayoire*, de dessus
du côté de la chair. Les Corroyeurs se servent de ces r
pour essuyer les cuirs après qu'ils ont été crépis.

DRÊCHE. On donne ce nom au grain germé et t
pour la fabrication de la Bière. On appelle aussi *dr*
marc de grain épuisé par les brasseurs, et que l'on don
vaches. Cette nourriture est très peu substantielle, depuis
préparation de la bière a été perfectionnée. (*V.* Bière.)

DRESSER (*Technologie*). Ce mot a beaucoup d'acc
différentes dans les Arts industriels.

Chez l'*aiguillier*, *dresser de lime*, c'est limer l'aigu
que l'ouvrier en a formé la pointe et qu'il l'a marquée d
poinçon. La *dresser de marteau*, c'est la faire passer
marteau après qu'elle a été recuite, lorsque la fraîch
l'eau dans laquelle ou la jette toute chaude l'a rendue ter

Chez les *ouvriers en métaux*, *dresser* une pièce,
rendre, à la lime ou au marteau, exactement droite et pl
toutes ses faces.

Chez les *bottiers*, *dresser*, c'est polir, en y passant la
à plusieurs reprises, la tige d'une botte encore en blanc,
qu'elle a été râpée.

Chez le Cardier, c'est rendre les pointes égales, en m
les cylindres sur le tour et usant le bout des pointes,
une planche couverte d'émeri, jusqu'à ce qu'elles soient
d'une même longueur. Cette planche se nomme Dr
(*V.* Cardes.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chez le CHAPELIER, c'est donner au feutre la figure d'un chapeau après qu'il a été foulé; c'est encore en unir et aplatir les bords et le haut de la tête en les tournant et les passant souvent sur une plaque de fer ou de cuivre, échauffée par un fourneau placé au-dessous. On prend les précautions nécessaires pour ne pas brûler le feutre.

Chez le *cloutier-d'épingle* et chez l'*épinglier*, c'est faire passer le fil de cuivre ou de fer sur un instrument qu'on nomme ENGIN, pour lui faire perdre les courbures qu'il avait prises au tirage sur les bobines, ou lorsqu'il a été mis en paquets pour être livré au commerce.

Chez le CUISINIER, c'est verser le bouillon, le coulis, la sauce, etc., sur ce qui doit en être arrosé, trempé, humecté.

Chez tous les ouvriers en bois, *dresser*, c'est unir les planches par les côtés, afin de pouvoir les rapprocher parfaitement et les mieux assembler.

Chez les *layetiers*, ce mot exprime l'opération qu'ils font devant un feu sombre pour redresser les douves de tonneau, qu'ils emploient souvent.

Chez le *graveur en pierres fines*, c'est enlever, sur une plaque de fer, tous les traits que la scie a laissés sur le caillou, pour le disposer à la gravure.

Chez le *maçon-paveur*, c'est enfoncer le pavé également, en le battant avec la *demoiselle*, lorsqu'il est placé, et que les joints en sont garnis de sable.

Chez le *plumassier*, c'est la première façon qu'il donne aux plumes en les recevant de la première main. Il redresse la côte avec les doigts, afin de juger de sa longueur et de sa largeur.

Chez le *tabletier-cornetier*, c'est disposer les pièces en longueur, largeur et épaisseur, avant de les creuser.

Chez le *vergetier*, c'est redresser des soies tortues et mal tournées. Pour cela, il les laisse dans l'eau pendant quelque temps, ensuite il les peigne et les fait sécher.

Dans les verreries, *dresser les cannes*, c'est un préliminaire dont les garçons s'occupent avant que les maîtres se mettent à l'ouvrage. Si les cannes sont nouvellement raccommodées par le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forgeron, le garçon les met dans l'ouvroir et les laisse rou... qu'au blanc; ensuite il plonge le bout blanc dans l'eau p... faire refroidir, et aussitôt il ratisse les pailles de fer qui... formées à sa surface. Cela fait, il cueille le verre et souf... que le verre ne bouche pas le trou de la canne. Si les... ont servi, il fait chauffer le bout et enlève le verre qui... le trou. Si elles sont tortues, il les redresse et les... comme nous l'avons dit plus haut : alors elles sont *dre...* prêtes à servir.

DRESSEUR. C'est un instrument construit de di... manières, et qui sert dans plusieurs Arts industriels. Nou... fait connaître ses divers emplois au mot DRESSER.

Dans l'art du CHARBONNIER, on donne le nom de *dr...* l'ouvrier qui arrange les bûches de la manière convenab... former le four à charbon.

DRESSOIR (*Technologie*). En terme de *miroitier*, c... instrument en fer, sous la forme d'un demi-cercle, d... dix pouces de large ou de diamètre, de quatre à cinq... d'épaisseur, uni et fort poli du côté de sa section, dont... vrier se sert, lorsqu'il met des glaces au TAIN, pour d... et dresser sur la pierre la feuille d'étain qu'il dispose à rec... le mercure.

En terme de GRAVEUR, c'est la plaque de fer extrê... polie et dressée, avec une autre plaque de fer plus peti... promène dessus, dans tous les sens, avec de l'émeri. Le g... se sert de cette plaque pour DRESSER ses pierres.

En terme de CUISINIER, le *dressoir* est, à proprement p... une armoire qui n'a ni dessus, ni dessous, ni porte. Il... placer la vaisselle et autres objets dont on se sert à tout m... dans la cuisine.

DRILLE (*Technologie*). C'est une espèce de perç... très usité dans beaucoup d'Arts industriels. Cet instru... est formé de quatre pièces, sans compter le foret, qui est... pièce de rechange selon la grosseur du trou qu'on se pr... de faire. La pièce principale est une tige cylindrique d... ou en acier de trois à quatre lignes de diamètre, dep...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'au poids B (Pl. 23, fig. 14); elle est ensuite carrée dans toute la longueur du poids B, qui est ordinairement en bronze, et doit être invariablement fixé avec la tige. Au-dessous en C, la tige est plus grosse et cylindrique; elle est percée, dans son axe, d'un trou carré de six à huit lignes de profondeur, pour recevoir, à carré, le manche du foret qu'on y introduit, et qu'on change de grosseur selon les circonstances. Ce foret se fixe par une vis ou par une clavette E.

La tige est percée en A d'un trou oblong, perpendiculairement à l'axe du cylindre, pour y recevoir ou une corde à boyau, ou une lanière de peau d'anguille, qui s'attache au morceau de bois dont nous allons parler.

Le morceau de bois D a environ un pied de long; il est tourné comme le montre la figure, et percé dans son milieu d'un trou D, dans lequel passe librement la tige cylindrique A. Aux deux extrémités de ce morceau de bois sont percés des trous G, G, dans lesquels passent les deux bouts de la corde à boyau G, A, G, ainsi que dans la mortaise A. De gros nœuds retiennent les deux bouts de la corde au-dessous des trous G, G.

Pour mettre le *drille* en jeu, on tient d'une main le morceau de bois D, et de l'autre on fait tourner sur lui-même l'arbre de fer, jusqu'à ce que la corde à boyau se soit entortillée autour, et que la traverse de bois D se soit élevée presque à la hauteur de la mortaise A. On appuie ensuite avec les deux mains sur les deux côtés de la traverse D, et on la fait descendre rapidement. Entraîné pour lors par la force centrifuge du poids B, il n'a besoin que d'être aidé dans son action, en appuyant sur la traverse D, lorsque la corde se dévide, et allégeant la main lorsquelle se renvide. Le foret, mû par cette force, agit directement et rapidement sur les parties qu'on veut percer. L.

DROGUISTE. Le droguiste est le marchand qui fait le commerce en gros des épices et des drogues simples qui s'emploient dans les alimens, dans la Médecine et dans les Arts. Ce commerce est d'une étendue immense, et cependant on y ajoute en outre celui des principaux produits qui sont d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande consommation dans les Arts; tels sont les acides m
néraux, les alcalis, les aluns, les couperoses, etc., etc.
plupart des droguistes, encore peu satisfaits de ce beau
maine, envahissent en outre celui de la pharmacie. Ils f
quent ou font fabriquer illicitement presque tous les com
médicamenteux qu'ils vendent en gros, et qu'ils débitent
en détail. Cet abus, qui a excité, mais toujours inutile
jusqu'alors, de vives réclamations, a porté le plus grand
judice aux pharmaciens. Comment ceux-ci pourraient-ils,
effet, lutter avec les droguistes, qui leur vendent les ma
premières et leur font payer chèrement celles de choix,
ne se réserver que les qualités inférieures qu'ils font e
dans leurs compositions? Ainsi, le pharmacien, tout en
treignant le plus possible son bénéfice, ne peut atteindre
bas prix auquel les droguistes établissent leurs préparation
est à présumer que les pharmaciens cesseront un jour d
les tributaires des droguistes, et de participer ainsi à la p
périté d'une profession qui ne s'accroît qu'aux dépens de la

La droguerie est, sans contredit, une des plus belles br
ches de commerce qui existent; elle est pour ainsi dire illim
dans ses spéculations comme dans son étendue; aucune aut
n'est à même d'établir des relations plus variées et plus m
tipliées; elle puise ses ressources dans les contrées les
lointaines comme dans les plus rapprochées. On peut dire,
vérité, qu'elle fait presque à elle seule la base princip
la puissance commerciale de la plupart des nations. Ce
merce, qui embrasse des objets si nombreux et si di
dans leur nature, exigerait sans doute, du négociant q
livre, des connaissances en histoire naturelle, en botan
en Chimie, etc. Ce négociant pourrait alors, tout en trava
à ses intérêts, rendre d'éminens services à la science et
patrie; il pourrait souvent nous démontrer que nous al
chercher au loin ce que nous pouvons facilement nous procu
chez nous; il saurait surtout mieux connaître la véritable
gine de chaque chose, et en bien apprécier les qualités. Le v
droguiste doit pouvoir non-seulement reconnaître l'espèce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

substance, mais sa variété, son terroir pour ainsi dire. Il faut qu'il sache en outre apprécier les avaries qu'elle a pu subir, quelle est la date de sa récolte, quel est le meilleur moyen de préserver cette marchandise des altérations qu'elle peut éprouver, etc. Avec toutes ces données il ne se trouverait plus exposé à tromper les autres, et encore moins à l'être lui-même. Nous ne verrions plus de ces prétendues gens de bonne foi qui se croient à l'abri de tout reproche après avoir revendu une marchandise telle qu'ils l'ont achetée, et qu'ils se sont contentés d'un bénéfice légitime. C'est à l'acquéreur à voir, vous disent-ils, si la marchandise lui convient; quant à nous, notre rôle doit se borner à acheter et à vendre; nous ne sommes tenus de nous y connaître que dans nos intérêts; tant pis pour nous si nous spéculons sur un article qui n'est pas de défaite. En adoptant ce raisonnement, l'orfèvre et le bijoutier pourraient aussi vendre des alliages à bas titre, etc., et le commerce deviendrait un brigandage. N'est-il pas évident, d'après cela, que le gouvernement devrait, dans le grand intérêt de la société, exiger des droguistes les mêmes garanties qu'il exige, à juste titre, des pharmaciens, en en exceptant toutefois ce qui tient à la préparation des médicamens composés? alors ces messieurs agiraient en connaissance de cause, et ils deviendraient responsables devant la loi. Le gouvernement aurait encore un autre moyen de surveiller cet important commerce; déjà je l'ai indiqué à diverses reprises, mais toujours sans succès; ce serait d'établir sur toutes nos lignes de douanes des hommes instruits, et j'avais même proposé de donner ces places au concours. On préviendrait, par cette sage mesure, toute introduction à l'intérieur des marchandises expédiées de l'étranger sous de fausses dénominations, ou qui sont falsifiées.

J'en ai dit assez pour faire concevoir l'heureuse influence que l'instruction pourrait exercer sur le commerce de la droguerie. Les gens de mauvaise foi seuls pourraient alors participer à la fraude. Malheureusement, il faut l'avouer, ils sont en grand nombre: il est peu de branches commerciales où l'on ait plus besoin d'être en garde contre la supercherie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Combien de gens dont toute l'industrie consiste à sophistiq... des drogues! L'un moule de l'argile pour lui donner la forme et... nom de *tutie;* l'autre fond et colore de la résine pour en... du prétendu *sang de dragon;* ici on fabrique du castoreum... du musc; là on teint en rouge du quinquina jaune, ou... on ajoute du marbre pilé à de la crème de tartre, etc. Il... drait des volumes entiers pour indiquer tout ce que la cup... suggère en ce genre, car la loi ne punit pas cette espèc... contrefacteurs. On défend, sous des peines rigoureuses,... mettre de l'eau dans le tabac; mais on peut sans crainte... du sang au musc, de la fécule à l'opium, du marbre... de la crème de tartre, de la résine au castoreum, du car... au safran, de l'écorce de marronnier au quinquina, etc., et... bagatelles n'intéressent que la vie des citoyens, et le fi... perd rien. Nous reviendrons sur cet objet au mot S... TICATION.

Celui qui fait le commerce en gros de la droguerie se n... *négociant-droguiste*, et l'on appelle *droguiste* celui qui... aux consommateurs. La droguerie se divise, 1°. en *dro... médicinale;* c'est celle qui comprend toutes les substances... ployées dans l'art de guérir; 2°. en *droguerie-teinture*, qui... des substances tant simples que composées qui sont emplo... dans l'art de la teinture; 3°. l'*épicerie-droguerie*, qui s'oc... plus particulièrement des denrées coloniales, des épic... fines, etc.; et de là les dénominations d'*épicier-droguiste*, *pharmacien-droguiste*, etc.

Le *négociant-droguiste* fait venir directement des lieu... récolte, toutes les substances employées dans la Médecin... dans les Arts, ou bien il traite avec les Compagnies angla... hollandaises qui font ce commerce. Ainsi, c'est lui qu... venir des Antilles, des États-Unis d'Amérique, du Brés... Chili, du Pérou ou de leurs entrepôts, des cacaos, des bo... teinture et d'ébénisterie, des potasses, des ipécacuanha... quinquinas, des jalaps, des cochenilles, du platine, etc... De Russie, des rhubarbes, des cantharides, des colles de po... des semen-contra, du musc, du castoreum, des potasses, etc.,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Du Levant, de Smyrne, d'Alexandrie, d'Alep; des follicules, des senés, des scamonées, de l'opium, des safrans, des galles, des gommes résines, etc., etc. Des Indes orientales, de la Chine, de l'Indostan; des thés, des cannelles, des sang-dragon, des vermillons, etc., etc. On voit donc que ses relations s'étendent aux quatre parties du monde, et l'on conçoit que pour en tirer tout l'avantage possible, il devrait réunir aux connaissances scientifiques dont nous avons fait mention, celles des langues, des changes, des arbitrages. Nous possédons jusqu'à présent fort peu d'exemples accomplis dans ce genre; mais plus nous allons, et plus le besoin d'instruction se fait généralement sentir, et nous la voyons chaque jour se propager à tel point, que nous devons tout espérer sous ce rapport. R.

DROITS (*Commerce*). Les droits que les gouvernemens perçoivent sur les diverses espèces de marchandises, s'ajoutent à la valeur propre de celles-ci, et le commerçant les comprend au rang des dépenses qu'il est obligé de faire pour les transmettre aux consommateurs; ainsi, les droits de douane et d'entrée sont de même nature que les frais de transport et d'emballage, les avaries, les commissions, les assurances, etc.; ils accroissent le prix de la marchandise, et doivent, en définitive, être payés par l'acheteur. Il est donc d'une grande importance, lorsqu'on fait le calcul des produits d'une entreprise commerciale, d'y comprendre les droits de douane et d'entrée, qui varient au gré des gouvernemens, des temps et des lieux. En forte partie, ces droits sont purement fiscaux; c'est un moyen plus ou moins onéreux de prélever des impôts sur l'industrie des peuples : il est quelques-uns de ces impôts qu'on établit dans le but de protéger des fabrications indigènes, entreprises naissantes, que la concurrence étrangère écraserait, dit-on, sans cet appui tutélaire; c'est du moins ainsi qu'on a coutume de présenter aux nations, pour leur avantage prétendu, des mesures qui sont plus souvent destinées à cacher des motifs moins honorables.

Si nous considérons les droits perçus par les gouvernemens comme l'une des branches du fisc, nous reconnaîtrons bientôt

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il est à la fois de l'utilité des rois et des peuples, que ... droits soient réduits à la plus petite quotité possible ; car, ... ajouter à la matière manufacturée ou produite aucun av... tage propre, les droits en élèvent le prix, au détriment ... consommateur, qui est souvent obligé de s'en imposer la pr... tion. D'un autre côté, les gouvernemens ne perçoivent qu'... petite portion de ces droits, à raison des frais toujours co... dérables de perception. Le budget de France, pour l'an 18... porte à 137 millions la recette, et à 26 millions la dépe... des douanes et des sels; c'est donc un cinquième pour les f... et le produit est réduit aux $\frac{4}{5}$ de la dépense supportée p... commerce. Les loteries, qui rapportent 17 millions 300 ... francs, coûtent à l'État 4 millions 500 mille francs, ou ... du quart; les postes produisent moins de 25 millions, et ... tent près de 12, etc. A ces maux il faut ajouter ceux ... résultent de la démoralisation causée par la contrebande et ... les genres de fraude; l'altération, souvent dangereuse à la ... que l'intérêt particulier fait subir aux produits de l'art; l... bitraire et les rigueurs déplacées que sont forcés d'exerce... percepteurs pour exécuter leurs ordres et mériter de l'av... cement; la gêne que la circulation des denrées éprouve, ... avaries qui en résultent; enfin, l'humiliante position à laquel... se trouve soumis, dans beaucoup de cas, le voyageur qu'aucun intérêt de commerce ne touche, et qu'on traite souvent av... la même insolence que s'il était coupable d'une fraude, dont ... seul soupçon est déjà une injure; car il est à peu près ... possible que les agens préviennent les délits sans une affligeant... prévoyance.

D'un autre côté, lorsque les droits sont modérés, les gou... nemens en retirent souvent des produits plus élevés, parce ... la fraude est moins active, et que la consommation est ... forte. La denrée qui baisse de prix devient à la portée d'u... partie du peuple moins aisée dans sa fortune; car le nom... des personnes qui forment les classes d'une égale aisance, s'... croît très rapidement à mesure qu'on descend davantage dan... le peuple; l'accroissement de consommation est donc dans ...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

raison bien plus forte que la diminution de prix. Tout impôt a pour limite naturelle le taux où l'augmentation du droit diminue la consommation jusqu'à diminuer le produit net. *V.* le Discours préliminaire, pag. 52 et 54.

Quant aux droits protecteurs prétendus de l'industrie intérieure, droits qu'on élève outre mesure, et que même on remplace quelquefois par la PROHIBITION, ce serait une question d'économie politique, étrangère à notre objet présent, que de la traiter ici, et nous nous réservons d'en parler ailleurs.

Nous devons ici prendre les choses telles qu'elles sont en effet, énumérer les mesures de prudence qu'il ne faut jamais négliger, et indiquer quelle est l'étendue des droits qui frappent les diverses sortes de marchandises, puisque le commerçant est obligé de prévoir les obstacles qui pourraient arrêter ses expéditions, et faire entrer cet impôt dans le calcul de toutes ses entreprises. Mais ces droits varient avec les contrées d'où l'on tire les produits, avec les circonstances et les temps. Ce serait sans doute faire un travail de la plus grande utilité, que de donner tous les *tarifs* des nations, et d'indiquer tous les usages des diverses douanes; mais ces désignations passeraient de beaucoup les limites que nous nous sommes imposées dans la publication du présent ouvrage : on en sera convaincu si l'on remarque que le seul tarif des douanes françaises forme un volume de 219 pages, petit in-folio. D'ailleurs, le travail général des droits de douanes des différentes nations dépasserait de beaucoup nos lumières sur cette matière, et nous n'oserions entreprendre une pareille description. Nous devons donc nous borner à traiter par aperçu des droits qu'on perçoit en France.

Un des maux attachés à ce genre d'opération, est la nécessité de classer les objets, car la *nature ne classe pas;* tout se lie, tout se confond par des dégradations insensibles, entre lesquelles il est impossible de tracer des limites. De là naît un *arbitraire* laissé à la discrétion des préposés, qui amène des querelles et des procès : alors la marchandise paie provisoirement, sauf le recours contre l'administration.

Les diverses espèces de marchandises ne sont pas indifférem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment admissibles à toutes les frontières, et il n'est permis d'entrer, ou même quelquefois de sortir ces objets, que par de certains bureaux désignés spécialement dans des ordonnances, dont il faut avoir une connaissance exacte. Ces choses de détails ne seront pas prises en considération dans cet article.

La valeur à déclarer en douane est celle qu'ont les marchandises à la frontière au moment de l'opération. Les agens ont droit de retenir les objets qu'ils jugent mésestimés, en payant un sixième en sus de l'estimation. Il est donc nécessaire de représenter la facture originale; l'appréciation se fait ensuite, en ayant égard aux frais de transport, d'assurance, de douanes étrangères, etc. Si les marchandises ont éprouvé des avaries par suite d'évènemens, on accorde une réduction de droits proportionnée à la dépréciation, lorsque la vente en est faite par un officier public. La valeur des machines, des instrumens de Calcul, d'Optique et d'observation, celle des glaces, est déterminée par le bureau consultatif des Arts et manufactures, au ministère de l'intérieur.

La valeur des marchandises est, en général, estimée d'après le *poids brut*, c'est-à-dire en y comprenant les boîtes, toiles, planches d'emballage; si ce n'est lorsque le droit est très élevé, ou que l'emballage n'est pas proportionné au volume. Ainsi, on ne prend que le *poids net*, c'est-à-dire qu'on défalque la tare ou le poids de l'emballage, pour l'indigo, le sucre, le coton, etc. Tout article dont le droit d'entrée ou de sortie est de plus de 40 francs par 100 kilogrammes, n'est taxé qu'à raison de son poids net.

Le paiement du droit se fait au comptant, et avant que la marchandise sorte de la douane. Cependant, si la taxe est très considérable, on peut l'acquitter en traites suffisamment garanties; la somme doit passer 600 francs, et être moindre que 10000 francs; le receveur des douanes en devient garant envers le trésor, et est en droit d'exiger toutes les cautions convenables. C'est principalement l'entrée des sels, sucres bruts, mélasses coloniales, plombs, miniums, etc., que ce réglement a en vue. Les agens donnent quittance des sommes payées, avec dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signation d'objets, ballots, coffres, paquets. Chaque article est ce qu'on nomme un *Colis* en langage du métier.

Le commerce des colonies françaises ne peut se faire que par des navires français; la nationalité doit être bien constatée. Les marchandises et denrées *prises dans le royaume*, à la destination des colonies françaises, ou pour l'armement et l'avitaillement des navires, sont exemptées de droits, et exceptées de la prohibition de sortie. La destination est assurée par un paiement préalable, ou par une caution solvable que l'administration a agréée; on fait la restitution du droit, lorsque le navire est de retour dans nos ports, et se trouve muni des certificats qui constatent qu'il a rempli ses engagemens. L'acte qui est dressé au départ pour annoncer ce genre d'expédition et faire le paiement provisoire, ou désigner la caution et la somme cautionnée, est ce qu'on nomme *acquit à caution*. De pareils acquits se donnent aussi dans d'autres circonstances analogues, dont nous parlerons bientôt. Le délai fixé pour le retour du navire est de dix-huit mois pour l'île de Bourbon, et six mois pour nos autres colonies; mais on peut obtenir un sursis lorsqu'on le demande. L'amende, le double droit, sont les peines infligées aux marins qui contreviennent à ces dispositions, en ce qui concerne les prohibitions. L'île de Corse est soumise aux lois françaises sur les douanes, et jouit du même avantage que les colonies, sous la même condition d'acquits à caution. Les productions du sol de Corse, lorsqu'elles sont bien constatées par ces *acquits*, ne doivent aucun droit d'entrée en France, ni de sortie de l'île : elles sont admises en franchise à Toulon, Marseille, Celte et Agde; mais les objets manufacturés ou préparés en Corse, paient les droits accoutumés.

Les *primes de sortie* ont pour objet de neutraliser les droits, et de remettre le manufacturier dans la possibilité de concourir *à l'étranger* avec les producteurs étrangers, comme s'il avait employé des matières franches de tout impôt. Le sucre raffiné, la mélasse, les fils et tissus de pur coton, les tissus de laine pure ou mélangée de coton, de fil ou de soie, les acides nitrique et sulfurique, les meubles neufs en acajou, les viandes salées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exportées par mer, le soufre sublimé et les savons de Marseille : telles sont les seules marchandises qui jouissent de cet avantage à des conditions et pour des sommes que les ordonnances fixent, mais dont on ne peut détailler ici les circonstances et les valeurs.

Nous ferons connaître maintenant quelques usages relatifs au sujet que nous traitons.

Le *transit* est la faculté de transporter, de l'étranger à l'étranger, en passant sur le sol français, certaines marchandises, sans qu'elles soient grevées d'impôts. Les bois, la cire brute, la colle de poisson, les denrées coloniales, le riz, les fromages, les laines, le plomb, l'étain, les peaux et pelleteries brutes, le soufre, les teintures préparées, etc., sont les principaux produits qui jouissent du transit. Le propriétaire ou son correspondant prennent alors des acquits à caution qui servent de garantie au gouvernement contre la fraude. A l'expiration du délai de six mois accordé au transit, on doit ou obtenir un nouveau délai, ou solder la caution, si le paiement n'a pas été effectué d'avance ; enfin, il faut faire régulariser l'acquit à caution aux bureaux de douanes intérieurs.

Le *magasinage* est un droit qui n'est dû que lorsque la douane retient forcément les marchandises en garantie des sommes dues, ou du maintien des prohibitions.

Le commerce jouit de la faculté de faire revenir de l'étranger les marchandises françaises qui n'ont pu y être vendues, pourvu que l'origine nationale puisse être reconnue, soit par des marques de fabrique, soit par des caractères inhérens à cette origine, et qu'il en ait obtenu l'autorisation spéciale du directeur-général : c'est ce qu'on nomme des *marchandises de retour*. Ainsi, lorsqu'un commerçant n'est pas assuré de sa vente à l'étranger, il doit faire vérifier exactement ses marchandises à la sortie, par les douanes qui délivrent les acquits, afin d'en assurer la reconnaissance au retour : il doit en outre laisser en douane des échantillons des objets qui, venant de l'étranger, sont prohibés à l'entrée, et le duplicata de leur facture. Le droit de retour est de 51 centimes par 100 kilo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grammes brut, ou de 15 centimes par 100 fr. de la valeur, au choix du redevable.

Les actes délivrés par les douanes portent un *timbre* particulier, dont voici les droits :

Pour les acquits à caution, les actes relatifs à la navigation et les commissions d'emploi, 75 centimes.

Pour les quittances de droits au-dessus de dix francs, 25 centimes.

Pour toutes les autres expéditions, 5 centimes.

Plusieurs lignes de douanes bordent la frontière, et doivent être traversées, soit pour entrer dans le royaume, soit pour en sortir ; chaque bureau de douanes est destiné à visiter les marchandises, et à s'assurer si les règlemens sont observés. Cette nécessité de développer ou au moins de déballer toutes les marchandises dans différens lieux successifs, est une source d'avaries, de retards, d'inquiétudes et de soins, qu'on évite en faisant plomber les balles et caisses. Les préposés entourent les coffres, les ballots, etc., en général chaque colis, de cordes nouées et enlacées, puis réunies par des *plombs*, qui rendent impossible d'en ôter ou d'y ajouter rien. Ces *plombs* saisissent et serrent les cordes, parce qu'on les aplatit en les comprimant, sous un choc, entre deux mâchoires d'acier qui y laissent une empreinte que les préposés savent reconnaître. Un ballot plombé à son entrée aux douanes, traverse les diverses lignes sans être sujet à d'autre examen que celui de son état extérieur, à moins que, dans des cas très rares, les préposés ne soupçonnent quelque fraude, car ils ont le droit de déplomber. Les douanes exigent d'ailleurs elles-mêmes que les ballots soient plombés, pour éviter aux agens du fisc des visites inutiles. Le plombage est aux frais du propriétaire, et coûte très peu de chose. Un *passavant* ou billet constatant la nature des marchandises et le nombre des colis sert au voiturier à faire reconnaître les objets plombés.

Souvent aussi on fait plomber aux grands bureaux de Paris et des autres villes, les ballots qu'on envoie à l'étranger, et qui traversent ainsi toutes les lignes françaises, sans qu'on ait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lieu de craindre que les marchandises ne soient déballées et ne s'égarent ou ne se gâtent dans les déballages. Il est vrai que les douanes étrangères exercent à la sortie un semblable ministère, qui oblige à un nouveau plombage, dont le voiturier doit être chargé, aussi bien que des fonds nécessaires pour acquitter les droits d'entrée sur le territoire voisin.

En général, dans toutes les expéditions, le commerçant doit prévoir avec attention les évènemens dépendans des visites de douane; et à l'égard de ces *frais, ils suivent la marchandise*, comme toutes les autres dépenses, c'est-à-dire que les ballots, en passant des mains d'un entrepreneur de transports en celles d'un autre, arrivent grevés de tous les frais antérieurement faits et légalement constatés, parce que celui qui reçoit la marchandise, paie à celui qui la lui livre tous les frais qui ont été faits, et est à son tour payé par celui qui la reçoit. Les frais de roulage, d'emballage, etc., sont assimilés à ceux de douane sous ce rapport.

Il nous reste à donner le tarif des droits; mais comme cette table est très étendue, nous nous bornerons aux objets dont le commerce est le plus ordinaire, et à ceux dont l'industrie manufacturière fait un plus fréquent usage.

Outre les prix indiqués ci-après, *il faut ajouter un dixième du droit total*, parce qu'en vertu d'une loi de l'an VII, maintenue par celle du 28 avril 1816, tous les genres d'impôts sont, jusqu'à nouvel ordre, accrus d'un dixième. Ainsi, après avoir fait le décompte du droit de douane, pour la totalité de la marchandise importée ou exportée, d'après le tarif suivant, on y ajoute le dixième de la somme.

Nous n'avons indiqué que les prix d'exportation par navires français; lorsqu'on se sert des moyens de transports des étrangers, les prix sont plus élevés.

La lettre P signifie *prohibition*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tarif des droits de douane, *auxquels on doit ajouter un dixième.*

Animaux, par tête.

	Entrée.	Sortie.		Entrée.	Sortie.
Chevaux, mulets....	15/00	P	Vaches grasses.....	25,00	0,50
Anes.....	0,25	1/00	Veaux.....	3,00	0,50
Brebis, moutons....	5,00	0,25	Porcs gras.....	12,00	0,25
Bœufs gras.....	50,00	1,00	Boucs, chèvres.....	1,50	0,15

Dépouilles, 100 kil.

Viande fraîche.....	8,00	3,00	Suif brut.....	15,00	10,00
— salée.....	20,00	0,25	Colle forte.....	35,00	0,25
Porc salé.....	23,00	0,25	— de poisson.....	160,00	0,25
Peaux brutes fraîches.	1,00	16,00	Fromages.....	15,00	1,00
— brutes sèches....	5,00	25,00	Beurre salé.....	5,00	5,00
— des entrepôts....	10,00	25,00	— fondu ou frais...	3,00	5,00
Laines fines brutes...	15,00	0,50	Poissons préparés...	40,00	0,00
— — lavées à froid.	30,00	0,50	— marinés.....	100,00	0,00
— — lavées à chaud.	45,00	0,25	Huîtres fraîches.....	0,00	0,50
— communes brutes.	10,00	1,00	Blanc de baleine brut.	0,20	1,02
— — lavées à froid.	20,00	1,00	Fanons.....	0,20	0,25
— — lavées à chaud.	30,00	0,50	Éponges communes.	60,00	0,25
Laines teintes.....	73,44	0,25	— fines.....	200,00	0,25
Crins bruts.....	5,00	150,00	Dents d'éléphant entières des entrepôts.	105,00	0,25
— frisés.....	10,00	0,25	— du Sénégal.....	50,00	0,25
Poils de porcs.....	20,00	2,00	— de l'Inde.....	80,00	0,25
— de filature.....	1,00	P	— d'autres lieux....	100,00	0,25
Plumes à écrire brut.	40,00	2,00	Dents d'éléph. sciées.		
— apprêtées.....	120,00	0,25	— du Sénégal.....	160,00	0,25
— de lit.....	60,00	0,25	— de l'Inde	170,00	0,25
— de duvet.....	200,00	0,25	— d'autres lieux....	200,00	0,25
Soies en cocons.....	1,00	P	Carapaces françaises.	150,00	0,25
— teintes.....	306,00	P	— étrangères.....	230,00	0,25
— écrues grèges....	102,00	P	Coquilles à nacre....	75,00	0,25
— — moulinées....	204,00	P	— dépouillées.....	150,00	0,25
— bourre cardée....	62,00	P	Cornes brutes.....	1,00	20,0
Cire jaune.....	8,00	10,20	— préparées.....	25,00	20,00
— blanche.....	60,00	1,02			

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Végétaux, 100 *kil.*

	Entrée.	Sortie.
Pommes de terre.....	0f50	0,25
Légumes secs.....	5,00	0,25
— leurs farines.....		
Gruaux, fécules.....	7,00	0,25
Pâtes d'Italie.....	20,00	0,25
Pain d'épice.....	13,00	0,25
Oranges, citrons....	10,00	0,25
Fruits secs.....	16,00	0,25
Amandes.....	20,00	2,00
Olives fraîches.....	5,00	4,00
Sucre français brut..	45,00	0,25
— — de l'Inde.....	37,50	0,25
— — terré.....	70,00	0,25
— — — de l'Inde..	60,00	0,25
Sucre étranger brut..	90,00	0,25
— — blanc.....	105,00	0,25
Mélasses françaises..	16,25	0,00
— étrangères.....	P	0,25
Cacao français.....	80,00	0,25
— étrangers.....	115,00	0,25
Café français.....	60,00	0,25
— Bourbon.....	50,00	0,25
— étranger.....	95,00	0,25
Thé français.....	225,00	0,25
— étranger.....	300,00	0,25
Gommes d'Europe..	1,00	10,20
— exotiques.....	20,00	0,20
— — du Sénégal...	10,00	0,25
Résines brutes.....	5,00	1.00
Essence de térébenthine.....	25,00	0,50
Huile d'olive.....	35,00	0,50
— de fabrique.....	25,00	0,50
Liége en planches ..	6,00	1,00
Acajou brut français.	25,00	0,50
Acajou étranger.....	30,00	0,50
Buis.....	10,00	2,00

	Entrée.	
Gaïac français.....	1,00	
— étranger.....	2,00	
Fernambouc.....	7,00	
Bois de teinture franç.	1,00	
— étranger.....	2,00	
Chanvre brut en tiges.	0,40	
— teillé.....	8,00	
— peigné.....	15,00	
Lin vert.....	1,00	
— roui.....	1,50	
— teillé.....	10,00	
— peigné.....	30,00	
Coton cardé, ouates.	100,00	
— Sénégal.....	5,00	
— autres français...	10,00	
— de Turquie.....	15,00	
— soies longues fr..	25,00	
— — étrangers.....	40,00	
— soies courtes fr..	10,00	
— — étrangers.....	20,00	
Garance verte.....	5,00	
— sèche, alisari....	12,00	
Curcuma français...	25,00	
— étranger.....	35,00	
Quercitron.....	6,00	
Charbon, l'hectolitre.	0,05	
Bois, le stère.....	0,25	
— de construction..	0,10	
— sciés, 100m de long.	0,15	
Froment en grain, l'hect.....	0,25	
Seigle, avoine, l'hectolitre.....	0,25	
Pain, biscuit, et toutes les farines, 100 k.	0,50	
Riz, 100 kil.....	0,50	
Fécules, 100 kil. ...	0,00	

Substances minérales, 100 *kil.*

Marbre brut ou scié.	3,00	0,05
— scié de 3 à 16 cent.	4,95	0,05
Marbre sculpté.....	40,00	
Albâtre brut.....	4,00	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Entrée.	Sortie.
Albâtre travaillé	40,00	0,25
Plâtre en pierre brute	0,10	0,46
— calciné	0,50	0,15
Verre cassé, groisil	0,10	P
Soufre brut	1,00	0,50
— sublimé	13,00	0,50
Houille	1,00	0,01

Métaux, 100 *kil.*

Fonte brute	P	0,25
— épurée	25 à 50	0,25
Fer	15,00	0,25
Tôle de fer	40,00	0,25
Fer-blanc	70,00	0,25
Fil de fer	60,00	0,25
Acier forgé	60,00	0,25
— en tôle	100,00	0,25
— filé	70,00	0,25
— ou fer ouvré	P	1,00
Cuivre coulé brut	1,00	2,00
— en plaques, barres	40,00	2,00
— laminé	80,00	0,25
— filé	286,0	4,00
Laiton coulé brut	10,00	2,00
— le reste comme le cuivre.		
Plomb brut	5,00	2,00
— laminé, ouvré	24,00	0,50
Étain de l'Inde franc	4,00	2,00
— étranger	7,00	2,00
— laminé	60,00	1,00
— ouvré	P	0,25
Zinc coulé en barre	5,00	0,50
— laminé	50,00	0,25
— ouvré	P	0,25
Mercure	20,00	0,25
Or battu en feuilles, l'hectogramme	30/00	0,04
— tiré ou en lames, *idem*	10,00	0,04
— filé sur soie, *idem*	10,00	0,04
Argent tiré, battu, 1 kilogramme	30/00	0,40

Produits chimiques, 100 *kil.*

Acide sulfurique	41,00	0,25
— nitrique	90,60	0,25
— muriatique	62,00	0,25
Potasse	15,00	0,25
Soude	11,50	0,10
Sel de cuisine	P	0,01
Sel gemme	40,00	0,25
Sel ammoniac	3,00	0,02
Salpêtre	72,50	P
— raffiné	P	P
Muriate de potasse	30,00	0,25
Sulfate de potasse	15,00	0,25
— de Soude, etc.	15,00	0,25
— de magnésie	70,00	0,25
Sulfate de fer	40,00	0,25
— de cuivre, zinc	31,00	0,25
Alun	25,00	0,25
Sel d'oseille	70,00	2,00
Acétate de plomb	70,00	2,00
Borax brut	50,00	0,25
— demi-raffiné	65,00	2,00
— raffiné	180,00	0,25
Cinabre	150,00	0,25
Vermillon	200,00	0,25
Massicot	37,00	0,25
Minium	24,00	0,25
Litharge	10,00	0,25
Céruse	30,00	0,25

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Produits chimiques, 100 *kil.*

	Entrée.	Sortie.		Entrée.
Céruse blanc d'arg. .	35f00	2f00	Noir d'imprimeur...	7,00
Cochenille.....	150,00	0,50	Crayons en pierre...	10,00
Laque française.....	70,00	0,25	— fins.....	50,00
— étrangère.....	80,00	0,25	Alcooliques, l'hect..	150,00
Indigo français.....	100,00	0,50	Kirchewasser, *idem*.	100,00
— — de l'Inde.....	135,00	0,50	Savons.....	P
— étranger Inde....	150,00	0,50	Café-chicorée.....	P
— étranger.....	175,00	0,50	Amidon.....	21,00
Kermès en grains...	1,00	0,50	Poudre à tirer.....	P
— en poudre.....	400,00	2,00	Bougies.....	85,00
Rocou français.....	10,00	0,50	Chandelles.....	25,00
— étranger.....	20,00	0,50	Tabac fabriqué.....	P
Bleu de Prusse.....	210,00	5,00	Sucre raffiné.....	P
Encre.....	60,00	2,00	Chocolat.....	150,00
Vernis.....	82,00	2,06		

Poteries, 100 *kil.*

Faïence.....	49f00	0f50	Miroirs.....	100,00
Porcelaine fine.....	327,00	1,00	Glaces.....	15 p. %
— commune.....	164,00	1,00	Verreries, bout.	P
Grès fin.....	P	0,50	Émaux, 1 kil..	2,00

Fils et tissus, 100 *kil.*

Fils de laine et coton.	P		Linge à usage...	250	
Fil de chanvre écru..	14 à 24f		— damassé.....	500	
— retors écru.....	29 à 44	5,00	Tulle.....	P	
— retors teint.....	123f00	5,00	Bonneterie.....	200	
Toile écrue.....	25 à 85	1,60	— en laine.....	P	
— *idem*, apprêtée...	35 à 110	1,60	Dentelle en fil..	5 p. %	
— blanche.....	120 à 200	1,60	Couvertures....	102	
— teinte.....	60 à 155	1,60	Schalls cachem..	P	
— imprimée.....	90 à 230	1,60	Étoffes en soies.	16	
— coutil basin.....	140f	1,60	— façonnées...	19	
Linge de table.....	250	1,60	Tissus de coton.	P	
— damassé.....	500	1,60	Nankin.....	P	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ouvrages en matières diverses, 100 *kil.*

	Entrée.	Sortie.		Entrée.	Sortie.
Papier blanc....	150f	1f00	Outils de fer...	50f	1,00
— peint, tentur.	125	1,00	— aciérés.....	140	1,00
Livres en langue étrangère.....	10	1,00	— d'acier par..	200	1,00
— en français..	100	1,00	— de cuivre....	150	1,00
— *id.*, ouvr. sav.	50	1,00	Machines à vap.	30 p. °/o	2 p. °/o
Contrefaçons...	P	P	— quelconques.	15 p. °/o	2 p. °/o
Cartes à jouer...	P	P	Armes de guerre.	P	P
— de géograp. Gravur., mus. et lithograp.	300	1,00	— de chasse à feu.	200	5,00
			— — blanches..	400	5,00
			Coutellerie.....	P	1,00
			Horlogerie.....	P	3,00
			— en bois, la p.	1	0,05
Parchemin brut.	1	0,25	Voitures à ress..	P	1/4 p. °/o
— achevé.....	25	0,25	Sellerie fine.....	P	1/2 p. °/o
Pelleteries ouvr..	15 p. o/o	1/4 p. o/o	Ancres.....	15	0,25
Cordages.....	15f	0,25	— plus de 250 killogrammes.	10	0,25
Faux.....	150	1,00	Mercerie fine...	200	2,00
Limes fines.....	200	1,00	— commune...	100	1,00
— de moins de 17 centim....	250	1,00	Instrum. d'Optique	30 p. °/o	1/4 p. °/o
— communes...	80	1,00	— de Chimie...	10 p. °/o	*id.*
Scies fines.....	200	1,00	Boissellerie.....	4,00	0,25
Scies de plus de 146 centim...	140	1,00			

Pièces d'or et d'argent, 1 *hectogr.*

Orfévrerie d'or.....	10	0,50	Bijouterie d'or.....	20	0,20
— d'argent.....	3	0,15	— d'argent.....	10	0,20

Instrumens de musique, *la pièce.*

Harpe.....	36	1,00	Basses, violons.....	3	0,15
Piano carré.....	300	1,00	Cors, trompettes, etc.	3	0,15
— à queue.....	400	1,00	Clarinettes, hautbois.	4	0,20

Le tarif que nous avons donné est celui qui a été imprimé par ordre du gouvernement, et mis en exercice depuis l'an 1822. On conçoit que ce sujet est, par sa nature, temporaire et susceptible de beaucoup de variations. Nous ne l'avons donné ici

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que par extrait, et comme un élément indispensable à connaître lorsqu'on fait des entreprises commerciales, qui ont pour but des importations ou exportations. Mais les changemens que ce tarif peut et doit même recevoir avec le temps rendent cet article d'un intérêt médiocre, et ce que nous en disons ici pourrait induire les commerçans en erreur, s'ils ne prenaient pas connaissance des changemens qui surviennent dans ce genre d'impôts. Nous devons donc donner quelques-uns de ceux qui sont provoqués par le ministère, et que vraisemblablement les diverses branches du pouvoir législatif adopteront. Sans cette précaution, lorsque le présent volume sera livré au public, on y pourrait trouver des parties entièrement dues hors d'usage par les circonstances.

Le droit pour l'importation des laines étrangères est élevé à 40 fr. au lieu de 30; la taxe sur les chevaux est de 50 fr. par tête au lieu de 15 fr.; elle est fixée à 15 p. 100 sur les tôles étrangères : celle des aciers, des tôles et fils de ce métal est augmentée. Au lieu de 20 fr., l'entrée des graisses de poissons étrangères est de 40 fr. La sortie des fils de bourre de soie et celle des bois à brûler, est autorisée en certains lieux. Des primes de sortie sont accordées aux peaux préparées et aux beurres salés; celle des sucres raffinés est augmentée de 10 fr. par quintal métrique.

Les commerçans doivent aussi ne pas oublier qu'à l'entrée de toutes les villes, le fisc perçoit des droits qui varient suivant les localités. Il est permis de traverser les villes en *transit*, c'est-à-dire sans payer de droits, sous la condition des *acquits à caution*, comme on l'a déjà dit pour la traversée du territoire français, lorsque la marchandise n'y reste pas : mais si les denrées sont consommées dans la ville, ou si les délais fixés pour le transit sont dépassés, le droit d'entrée est acquis au fisc. Nous nous contenterons de donner ici le tarif des taxes pour la ville de Paris. Le droit sur les boissons est partagé entre le gouvernement et l'octroi municipal, selon des proportions fixées par les ordonnances.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TARIF DES DROITS D'ENTRÉE, A PARIS, *auxquels on doit ajouter un dixième.*

Boissons, l'hectolitre.

	Octroi.	Entrée.	Somme.
Vins en cercles	10/50	10/50	21,00
Vinaigres	0,50	10,00	10,00
Cidre poiré	6,00	5,00	11,00
Bière, à l'entrée	4,00	0,00	4,00
— fabrication intérieure	3,00	0,00	3,00
Huile d'olive	40,00	0,00	40,00
De toute autre sorte	20,00	0,00	20,00
Vin en bouteille, le litre	0,15	0,15	0,30

Voyez le mot EAU-DE-VIE pour les droits sur les alcools.

Animaux, par tête.

	Octroi.		Octroi.
Bœufs	24/00	Moutons	1,50
Vaches	15,00	Porcs, sangliers	9,00
Veaux	6,00	Viande à la main, le kil.	0,15

Combustibles.

Stère de bois	2,00	Charbon, sac ou voie de 2 hectolitres	0,75
— bois blanc	1,50	— de terre, l'hectolitre	0,50
Cent de fagots	3,00		

Fourrages.

Foin, 100 bottes de 5 kil.	4,00	Avoine, 1 hectolitre	0,50
Paille, *idem*	1,00	Orge, *idem*	1,00

Consommations.

Fromage sec, 1 kilogr.	0,10	Cire jaune, 1 kilogr.	0,20
Sel, *idem*	0,05	Suif, chandelle, *idem*	0,03
Bougie, cire, *idem*	0,30		

Constructions.

Bois, le stère	9,00	Pierre, mètre cube	1,60
— planches, 1 mètre carré	0,07	Ardoises, le 1000	5,00
— sapin, le stère	7,00	— petites, *idem*	4,00
Lattes, 100 bottes	10,00	Briques, *idem*	6,00
Chaux, l'hectolitre	1,20	Tuiles, *idem*	7,50
Plâtre, *idem*	0,36	Carreaux, *idem*	5,00
Moellons, mètre cube	0,60	Cent mottes de terre glaise	1,00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le sujet qui a été traité dans cet article est si abondant en détails que nous n'espérons pas avoir satisfait à la plupart des besoins du commerce. L'arbitraire qui, ainsi que nous l'avons fait remarquer, règle la plupart des classifications de marchandises, exigerait que chaque article fût accompagné des explications qui en rendent l'application facile; mais la nature même de ces détails les exclut nécessairement d'un travail où le sujet ne peut être considéré que dans ses généralités. Un certain nombre de marchandises nous ont paru seulement mériter d'être distinguées, à raison de leurs usages dans les arts. Nous renvoyons, pour de plus amples détails, au Tarif des Droits, publié par le gouvernement, ouvrage spécial où le commerçant trouve tous les développemens qui n'ont pu entrer dans le présent travail. E. Blanc.

DROSSEUR ou DROUSSEUR (*Technologie*). On donne ce nom à l'ouvrier qui, dans les filatures de laine, donne le nécessaire pour la bien carder, et qui est occupé de ce cardage. On appelle *drousse* la carde qui commence le travail du cardage. L.

DROUSSETTE (*Technologie*). C'est une grosse carde qui commence à préparer le cardage. (*V.* CARDES.) CARDES.

DUCTILITÉ (*Arts physiques*). Propriété de certains corps de pouvoir être battus, tirés, pressés, étendus dans divers sens sans se rompre : plusieurs métaux, les résines chauffées, les gommes et les glus amollies par l'humidité, sont des substances ductiles. Sans nous arrêter à examiner la cause de la ductilité qu'on attribue à un mode d'attraction assez obscur, nous voyons dans cette propriété qu'un effet dont les Arts peuvent tirer parti.

Le plus ductile des métaux est l'or. Il suit des expériences de Réaumur, qu'une seule once pesant d'or peut s'étendre en feuilles sous le marteau du BATTEUR D'OR, jusqu'à couvrir une surface de 146 pieds carrés et demi : ces feuilles d'or ont alors l'épaisseur d'un 360 millième de pouce. Cette prodigieuse extension n'est pourtant rien, lorsqu'on la compare à celle que l'on éprouve dans les fils de nos galons. On sait qu'un gros lingot

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'argent du poids d'environ 45 marcs, ayant reçu la forme d'un cylindre d'un pouce et demi environ de diamètre sur une longueur de 22 pouces, est recouvert de feuilles d'or jusqu'à cacher ce cylindre sous une épaisseur beaucoup plus grande que celle des dorures ordinaires, et qui pourtant est encore excessivement mince, puisqu'il n'en faut guère que le poids d'une once et au plus de deux onces pour recouvrir les 45 marcs d'argent : cette épaisseur n'est guère que la quatre ou cinq-centième partie d'un pouce, et quelquefois même la millième. On fait ensuite passer ce lingot par différentes filières de calibres successivement décroissans (*V.* Argue), jusqu'à ce que le fil devienne aussi fin et même plus fin qu'un cheveu; et comme le lingot gagne sans cesse en longueur ce qu'il perd en épaisseur, sa surface s'accroît sans cesse; et pourtant l'or la recouvre en totalité, sans qu'on puisse nulle part apercevoir l'argent à nu, même en s'aidant du microscope : le diamètre est cependant devenu 9000 fois plus petit. Un calcul rigoureux montre que le fil s'est alongé de 1,163,520 pieds, ou 97 lieues de 2000 toises. Mais ce fil d'argent doré, pour être employé, est aplati entre deux cylindres d'acier extrêmement polis, ce qui alonge ce fil au moins de $\frac{1}{7}$, en sorte qu'il acquiert une largeur d'un 96e de pouce. L'once d'or couvre ainsi une surface de 1190 pieds carrés, et n'a que la 175 millième partie d'une ligne d'épaisseur, en supposant ce métal appliqué d'une manière uniforme; et si l'on fait dissoudre l'argent dans de l'acide nitrique, l'or formera de petits tubes creux et excessivement déliés. Quelle étonnante ductilité !

Le verre liquéfié par la chaleur donne aussi des fils d'une finesse surprenante : nos fileurs de soie ou de lin n'ont pas plus d'adresse que les verriers pour travailler en fils cette fragile matière. On en fait des aigrettes dont les brins, plus fins que des cheveux, se courbent et flottent au gré des vents.

L'araignée tire ses soies d'un réservoir qui contient une substance visqueuse que le contact de l'air solidifie. Six mamelons, placés vers l'anus, sont percés d'une multitude de pores qui donnent issue à cette matière : Réaumur évalue le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombre de ces pores à plus de 6000. L'imagination se refuse à concevoir cette prodigieuse divisibilité de cette substance, qui pourtant est fournie par des organes sécréteurs plus petits encore, ayant leurs vaisseaux et leurs muscles; et cependant ce sont des insectes quelquefois microscopiques! F.

DUITE (*Technologie*). Le mot *duite* est un terme dont qu'on emploie dans l'ourdissage. Lorsqu'on tisse une étoffe quelconque, le fil que la navette laisse depuis une lisière jusqu'à l'autre est ce qu'on nomme *duite*. Les *rubanniers* qui fabriquent des étoffes très étroites appellent *duite* l'ouverture que la chaîne forme à chaque mouvement de marche; mais ils ont tort, cette ouverture est faite pour recevoir la *duite*, mais elle-même n'est pas la *duite*; de même qu'on ne peut pas appeler *tabac* la boîte qui le renferme. L.

DYNAMIE (*Arts mécaniques*). M. Clément donne ce nom à l'unité qui sert à mesurer l'effet utile d'une machine, la puissance d'un moteur, etc. Cet effet peut être représenté par un poids élevé à une hauteur en un temps convenu, tel que l'heure, ou un jour. On prend pour poids celui d'un mètre cube d'eau, c'est-à-dire mille kilogrammes, et pour hauteur un mètre; l'unité dynamique ou la *dynamie* est alors un mètre cube d'eau élevé à un mètre de hauteur. On dit, par exemple, que la force d'un homme équivaut à 110 *dynamies* par jour, pour exprimer qu'elle est capable d'élever 110 mètres cubes d'eau à un mètre de hauteur, par un travail diurne de 12 heures. Le cheval est capable de 190 dynamies par heure. F.

DYNAMIQUE (*Arts mécaniques*). C'est le nom qu'on donne à la partie de la Mécanique qui s'occupe des lois du mouvement des corps solides, comme on appelle STATIQUE celle qui examine les circonstances dans lesquelles les forces s'entre-détruisant, le système reste en *équilibre*. (*V.* MOUVEMENT.) C'est dans ce sens qu'il faut entendre les mots *effet dynamique*, dont on se sert pour indiquer l'effet que produisent des forces qui font sortir un corps du repos. F.

DYNAMOMÈTRE (*Arts mécaniques*). C'est le nom qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donne à tout instrument destiné à mesurer l'intensité des forces. On a beaucoup varié ces appareils ; celui qu'a inventé Graham, et que Desaguilliers a perfectionné, était formé d'un bâti en charpente, dont le volume et le poids étaient fort incommodes ; il fallait d'ailleurs se servir de diverses machines appropriées au genre d'action qu'on voulait mesurer. Le dynamomètre de Leroy consistait en un tube de métal de 10 à 12 pouces de long, posé verticalement sur un pied, et imitant un flambeau. Un ressort à boudin était contenu dans ce cylindre et surmonté d'une tige graduée. En appuyant le doigt sur un globe qui terminait la tige, celle-ci s'enfonçait plus ou moins dans le tube selon le degré de pression, et l'on pouvait lire sur l'échelle de la tige la quantité de l'enfoncement, qui servait de mesure à la force. Cet instrument ingénieux était fort restreint dans son emploi. Celui qu'a imaginé M. Régnier a fait abandonner ces appareils fort imparfaits; on jugera de ses avantages par les applications qu'on en a faites, et dont nous parlerons après en avoir donné la description et indiqué l'usage.

Dans le dynamomètre de M. Régnier, la force qu'on veut évaluer est mesurée par le degré de flexion qu'elle est capable de faire subir à une lame épaisse de ressort en acier. On sait que l'Élasticité (*V.* ce mot) est une propriété des corps qui fait éprouver à leurs parties de petits déplacemens proportionnels aux forces qui les pressent ; cependant sous la condition de ne pousser cette action que jusqu'aux limites où le corps peut revenir à son état primitif quand la force cesse d'agir. L'acier trempé, jouissant éminemment de cette faculté, est employé de préférence à toute autre substance qui serait plus coûteuse, ou plus altérable, ou moins élastique, ou etc. La difficulté se réduit, comme on voit, à disposer une lame de ressort en acier dans un appareil qui permette d'estimer commodément les effets des forces, et qui puisse s'étendre depuis les moindres puissances jusqu'aux plus considérables, du moins pour celles qu'on emploie dans les cas ordinaires.

La pièce principale du dynamomètre est un ressort d'acier trempé, courbé en espèce d'ovale, ou plutôt formé de deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

arcs égaux qui se regardent par leurs concavités, et dont les bouts sont réunis par deux coudes ou demi-anneaux; le tout est d'une seule pièce, comme on le voit figuré Pl. 19 des *Arts mécaniques*. Ce ressort est en acier bien corroyé, et sa force est proportionnée à la grandeur des puissances qu'il est destiné à mesurer, ainsi que nous le dirons bientôt. Pour que le métal ne blesse pas les mains qui le pressent, on le recouvre d'une peau; cette peau est légèrement graissée à sa surface intérieure, afin d'empêcher que l'humidité de la main n'oxide l'acier.

Au milieu de l'un des arcs de l'ovale, on ajuste solidement à vis une patte B destinée à porter et maintenir un quart de cercle GI en cuivre jaune (fig. 1 et 2); l'arc est gradué, et chaque division représente un poids déterminé, comme on le verra ci-après. A la branche opposée du ressort est un petit support d'acier D, ajusté comme le premier et taillé en fourchette à son extrémité, pour recevoir une pièce d'acier E: cette pièce est un repoussoir qui y est maintenu par une goupille à vis. Les détails de ce mécanisme sont représentés fig. 3.

Sur la plaque du quart de cercle est en F une aiguille d'acier très fine et très légère, fixée à vis en O au centre du cadran; cette aiguille est très élastique et fléchit en se dandinant sous la plus faible pression; elle porte vers l'extrémité une petite rondelle de peau ou de drap, collée sous la patte, afin que le frottement de l'aiguille sur le limbe soit doux et uniforme, et que l'aiguille reste à la position où on l'a poussée, comme il va être dit. Lorsque la puissance s'appliquera à fléchir le ressort ovale, on ne doit pas s'attendre qu'elle se conservera constamment la même dans toute la durée des épreuves; elle aura des accès de faiblesse qui feraient trembler l'aiguille, et empêcheraient d'en lire les indications. Cet inconvénient est complètement évité par cette disposition de l'aiguille.

Le repoussoir E presse, par son extrémité, la petite branche *b* du levier coudé *b*HC, dont la plus longue branche HC est terminée par un index sous lequel se trouve soudée une goupille perpendiculaire au plan du cadran; cette goupille

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de pied à l'index lorsqu'il se meut parallèlement au plan du cadran, et pousse devant elle l'aiguille d'acier F.

Il est facile maintenant de comprendre le mécanisme du dynamomètre. Lorsqu'en exerçant une forte pression tendante à déprimer les arcs des branches d'acier du ressort ovale, on fait rapprocher les supports B et D l'un de l'autre; le repoussoir E agit sur le bout *b* du levier coudé *b*HC, et le chasse devant lui; ce qui force l'index C à se mouvoir. Cet index pousse donc l'aiguille F et l'amène à une position qui dépend de la force avec laquelle le ressort a été comprimé. L'aiguille F reste alors dans la situation où elle s'est trouvée amenée par cet effort, et on lit ensuite, sur le cadran, la graduation qu'elle indique; on évalue ainsi le *maximum* de puissance développée par l'action motrice.

Trois piliers N, N, N servent d'arrêts aux excursions et de supports pour une plaque (fig. 4) qui recouvre l'appareil et protège le repoussoir, le levier et l'aiguille; le bord arqué de cette plaque est dépassé par le bout de l'aiguille, qui peut parcourir librement les divisions du cadran laissées à découvert. Après l'expérience, on ramène l'aiguille avec le doigt, sur sa position primitive, qui est le zéro de l'arc de cercle.

L (fig. 1) est une paillette de laiton écroui, portant une chape comme celle des aiguilles de boussole, dans laquelle joue le pivot inférieur du levier *h*BC qui repousse l'aiguille F. Cette paillette est attachée par un bout sous la pièce B; la chape P traverse de part en part ce support B et le limbe, pour recevoir le pivot B' faisant ressort; elle peut céder à une fausse impulsion ou à un choc, et empêcher que le pivot H et le mécanisme E n'éprouvent de rupture. En M (fig. 4) est une crapaudine vissée sur la plaque de recouvrement; c'est dans cette crapaudine que roule le pivot supérieur du levier. Si l'axe de rotation du levier coudé était prolongé, il rencontrerait cette plaque au point M, centre de l'arc de cercle *mm'*, qui la termine, et dont le rayon est égal à la longueur de l'aiguille HC. Les divisions marquées sur cet arc *mm'* indiquent les mêmes tensions que l'échelle de tirage dont nous allons parler.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a une autre manière d'agir sur le ressort; c'est en tirant en sens contraire les deux coudes Q ou demi-anneaux qui terminent ses arcs : l'écart détermine un rapprochement dans les arcs, et ce mouvement est pareillement indiqué par l'aiguille F; mais comme ce mode d'action produit des effets bien moindres que le premier, la puissance n'étant pas appliquée d'une manière aussi avantageuse, il s'en faut de beaucoup qu'elle fasse marcher l'aiguille de la même quantité que dans la première méthode. On est donc conduit à terminer l'aiguille indicatrice par deux pointes, comme on le voit fig. 2, et le cadran porte deux arcs diversement gradués, sur les divisions desquels ces pointes se présentent. L'une de ces graduations convient au cas où la puissance presse les deux arcs du ressort pour les rapprocher l'un de l'autre; c'est l'*échelle de pression*; l'autre est l'*échelle de tirage*, qui indique les effets produits en tirant les deux bouts en sens contraires. Ce dernier mode donne la mesure de forces beaucoup plus grandes que le premier, et l'appareil devient ainsi propre à mesurer les forces d'intensités différentes dans des circonstances plus étendues.

Quant à la manière de régler le dynamomètre, afin d'apprécier à quels poids correspondent les divisions du cadran, il faut soumettre l'instrument à une épreuve qui donne le résultat d'un effort connu. Par exemple, on charge l'arc supérieur du ressort d'un poids suffisant pour pousser l'aiguille indicatrice jusqu'à l'extrémité de l'arc; si l'on trouve que ce poids est de 130 kilogrammes, on divisera l'arc d'excursion en 130 parties égales, dont chacune représentera le poids d'un kilogramme. Cela résulte de ce que l'expérience et la théorie s'accordent à prouver que l'élasticité des ressorts d'acier produit dans les deux arcs des déplacements qui varient proportionnellement à la force qui les presse, en supposant que cette action soit modérée, et que l'élasticité reste parfaite; ce dont on juge aisément en voyant si l'aiguille est ramenée à sa position primitive quand on abandonne le ressort à lui-même, et qu'on repousse l'aiguille F jusqu'à poser sur l'index G, la pointe de l'aiguille doit se retrouver alors sur le zéro de l'instrument.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'échelle des pressions s'étend environ jusqu'à 120 kilogrammes dans les dynamomètres que M. Régnier a mis dans le commerce : l'échelle de tirage indique une pression de mille kilogrammes, laquelle surpasse de moitié la force que peut développer un bon cheval. Le prix est de 150 francs. L'instrument a le volume, et à peu de chose près il imite la figure d'un graphomètre ordinaire; il pèse moins d'un kilogramme, et mesure plus de mille fois son poids. Il a 24 à 25 centimètres de longueur depuis le repoussoir D jusqu'au bord extérieur du cadran; l'écartement BD des arcs du ressort est de 56 millimètres; la distance entre les bouts ou demi-anneaux QQ est 31 à 32 centimètres. La flexion du ressort correspondante à la plus grande excursion de l'aiguille, rapproche les deux arcs d'un centimètre.

Il est facile de voir qu'on peut fabriquer des appareils de même espèce sur toutes les dimensions et avec des ressorts dont la résistance serait propre à mesurer des puissances plus considérables. C'est ainsi que MM. Beaunier et de Gallois, ingénieurs des Mines, ont fait exécuter un dynamomètre sur des dimensions telles, qu'il pouvait mesurer des efforts de machines hydrauliques servant à l'exploitation; effort qui s'élève à plus de 30 milliers. Mais M. Régnier fait remarquer que le dynamomètre ordinaire peut mesurer des forces plus grandes que celles qui sont indiquées par sa graduation, en se servant d'un appareil fort simple, fondé sur la propriété qu'ont les poulies mobiles à cordons parallèles, de doubler les forces. Attachez les deux bouts ou demi-anneaux du ressort d'un dynamomètre aux extrémités des cordes qui passent sur les gorges de deux poulies (fig. 6) : fixez l'une de ces poulies, et exercez un tirage sur l'autre; la corde qui les enveloppe se tendra, et le dynamomètre mesurera cette tension. Mais la puissance qui agit sur la poulie mobile se partage également sur les deux cordons parallèles (*V.* Poulie), en sorte que chacun n'est tendu que par la moitié de la puissance : en doublant le nombre indiqué par l'aiguille, on aura donc l'intensité de cette force.

Et même on conçoit qu'en employant des Mouffles (*V.* ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mot), on pourrait mesurer des puissances doubles ou quadruples de la précédente. Il est vrai que les puissances exercent leur action sur des cordes, sont alors fort grandes, ce qui oblige de donner à ces cordes des diamètres assez forts pour que leur flexion ne soit pas négligeable (*V.* Cordes, [illegible] page 60), et qu'une partie notable de la puissance étant perdue par cette cause, n'est pas accusée par l'instrument. Mais on croit M. Régnier, cette partie de l'effet n'étant qu'une petite fraction de la force, le dynamomètre est néanmoins propre à donner une approximation très suffisante dans la pratique.

Ainsi cet instrument, qui est très portatif, est d'un usage fort commode pour estimer la force d'un homme, celle d'un cheval, d'un âne, d'un bœuf, etc., et l'on en fait un usage fréquent dans les Arts.

On essaie la force musculaire des bras et des mains en poignant les deux branches arquées du ressort, le plus près qu'on peut du milieu, où sont les attaches du limbe et du poussoir. Les bras doivent être dirigés vers la terre, sous une inclinaison d'environ 45 degrés; situation où la puissance agit avec le plus d'intensité. On trouve en général que la main droite a ordinairement plus de force que la gauche, probablement parce qu'on l'exerce davantage. Les deux mains d'un homme de force moyenne peuvent serrer ensemble avec une puissance équivalente à un poids de 50 kilogrammes (100 livres), en s'employant tout entière. Ce nombre est la force de tirage, ainsi qu'on le trouve par des expériences semblables à celles que nous indiquerons pour des chevaux de trait. La force moyenne des femmes n'est que les deux tiers de la précédente.

Pour essayer la force des reins, on maintient le ressort verticalement, l'un des coudes ou demi-anneaux tourné en bas, l'autre en haut. Le premier est retenu et accroché à un support placé sous les pieds; l'autre est tiré en haut par la force musculaire qu'on veut apprécier. Dans cette position, l'homme est d'à-plomb sur lui-même, les épaules un peu inclinées en avant, pour pouvoir, en se redressant, tirer le ressort

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toute la puissance dont il est capable. Un homme de force moyenne peut ainsi soulever un poids de 130 kilogrammes (265 livres). Du reste, on sent bien que les forces sont très inégales, et que la nature a doué chacun de facultés physiques particulières; aussi les résultats que nous donnons ici ne peuvent être considérés que comme des termes moyens. On voit des hommes soulever 30, 35 myriagrammes, et même davantage.

La force des chevaux s'estime en les faisant tirer sur une corde dont le bout est attaché au coude Q du ressort d'un dynamomètre, tandis que l'autre coude Q est retenu fixe à un mur ou à tout autre obstacle inébranlable. On évalue ainsi à 360 kilogrammes environ (736 livres) la force moyenne du tirage d'un cheval ordinaire. Il faut éviter, dans ces expériences, de faire tirer l'animal par secousses, pour que le résultat ne soit pas affecté de la Force vive qui résulte du poids de son corps et de sa vitesse acquise; l'aiguille ne doit donc s'avancer sur le cadran que peu à peu. Le dynamomètre est très commode pour estimer la force comparative de différens chevaux, qu'on soumet tour à tour à la même épreuve. Ces expériences vérifient ce fait, que la force de tirage d'un cheval est environ 7 fois celle d'un homme.

Nous renverrons, pour de plus amples développemens sur cette matière, au V^e^ cahier du Journal de l'École Polytechnique, pag. 160, au mot Force motrice de ce Dictionnaire, et au 156^e^ Bulletin de la Société d'encouragement, XVI^e^ année 1817, page 133.

On a ingénieusement appliqué le dynamomètre à beaucoup d'usages différens, sur lesquels nous devons donner quelques détails. Nous donnerons, au mot Éprouvette, l'explication de l'instrument qui sert à mesurer la force expansive de la poudre à canon.

La tension que les fils de lin, chanvre, soie, coton, laine, etc., peuvent supporter jusqu'à rupture, peut être mesurée par un dynamomètre; mais comme la résistance est ici très faible, il faut un ressort beaucoup plus flexible que celui dont nous avons parlé ci-dessus. On se sert simplement d'un Peson triangu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laire (fig. 5) ; le ressort est formé d'une lame coudée en angle, tient l'un des bouts A fixement entre les doigts ; l'autre bout tiré en tendant le fil qu'on veut éprouver et qui y a été attaché. On pousse le tirage jusqu'à rupture, et on lit sur le peson le degré qui correspond à cet instant; degré qui est estimé en poids, d'après le mode de fabrication de l'instrument. Pour pouvoir lire commodément le point d'arrêt du ressort, à l'instant où il s'est débandé parce qu'il n'était plus retenu, on ménage un fil de laiton *ik* courbé en arc parallèle à celui du cercle gradué du peson, et sur ce fil est une petite rondelle de peau qui chemine le long de cette pièce qu'elle entoure. Le point où la rondelle s'est arrêtée marque la tension qu'avait le fil à l'instant où il s'est brisé. La résistance totale dont le ressort est susceptible dans toute son excursion, est de [illegible] grammes. (*V.* la fig. 5 et le Bulletin de la Société d'encouragement, T. VI, pag. 92.)

Le même instrument peut aussi servir à mesurer la force du courant d'un fleuve. L'observateur, placé sur un bateau rendu immobile, jette dans l'eau un cube de liége d'un décimètre de côté, lesté avec du plomb, pour que ce corps s'immerge en totalité. Ce flotteur est retenu par deux fils de cocon donnet en soie, qui se réunissent en V à une petite distance; au point de jonction, un fil semblable est attaché par un bout, tandis que l'autre extrémité est attachée à la branche flexible du ressort d'un peson ou petit dynamomètre, semblable à celui qu'on vient de décrire. Le flotteur, chassé par le courant, doit présenter sa surface d'un décimètre carré dans une direction exactement perpendiculaire au fil de l'eau. On lit sur l'arc gradué de l'instrument la force de pression du fleuve ; et comme on peut être pourvu d'un petit dévidoir semblable à ceux dont on se sert pour jeter le Loch en mer (*V.* Ampoulette) ; on trouve aisément combien de temps il faut au courant pour dévider la *ligne* d'une longueur de mètres, et en conclure la vitesse de l'eau. Cet instrument donne donc la vitesse et la force de l'eau dans le lieu où l'on fait l'expérience. La force d'un courant est sujette à varier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par le choc des ondes, et aussi parce que le mouvement de l'eau n'est pas régulier; mais on prend une valeur moyenne entre divers résultats successifs qu'on obtient par des épreuves réitérées. (*V.* le Bulletin de la Société d'encouragement, T. VIII, 1809, pag. 300.) (*V.* Eau, pag. 250.)

M. Régnier a encore donné dans le même ouvrage T. VII, 1808, pag. 57, un instrument pour connaître la force relative des ressorts de fusil, et une manivelle à ressort (même tome, pag. 115) pour évaluer la force d'une personne qui tourne une manivelle. Nous renverrons à cet ouvrage sans donner plus de détails sur cette matière.

Le dynamomètre n'offre pas le moyen de mesurer directement l'intensité des forces motrices des grandes machines, parce que son échelle ne peut s'étendre jusqu'à des puissances aussi considérables. Mais voici le procédé qu'a proposé M. Hachette pour rendre cet appareil propre à cet usage.

Soit AB (fig. 6) l'arbre tournant d'une machine; on veut évaluer la force tangentielle nécessaire pour faire marcher l'appareil et surmonter la résistance, quels que soient le moteur de l'arbre et le mécanisme par lequel l'action du moteur est transmise à cet arbre. On adapte à l'arbre une roue CD mobile à frottement doux et indépendante de l'arbre; sur une pièce K fixée solidement à l'arbre AB, on attache une corde IK, dont l'autre bout tire le coude d'un dynamomètre N; l'autre coude L est tiré par une seconde corde attachée en I à la roue. On fait en sorte que les deux points d'attache I et K soient à la même distance de l'axe et dans un plan qui lui soit perpendiculaire.

Cela fait, on applique à la roue, d'une manière quelconque, une force convenable pour mettre l'arbre en jeu. Dans le commencement les points d'attache I et K s'éloigneront l'un de l'autre, et les cordes se tendront en agissant sur le dynamomètre, sans que l'arbre obéisse au mouvement donné à la roue; mais bientôt cet arbre cédera à l'action motrice, supposée suffisante, et la machine fonctionnera. Dans cet état on lira sur le dynamomètre la force qui tend la corde IK au degré qui met l'appareil

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en jeu : cette force connue agissant selon la corde IK de l'arc de cercle INK, sera facilement décomposée en deux, dont l'une sera tangente à cet arc (*V.* ma Mécanique, pag. 117 de la 1re édition). On connaîtra donc de la sorte la force tangentielle en K, et par suite en B, qui fait marcher la machine et surmonte la résistance.

Or, il est évident que ce procédé pourra suffire à la mesure de toutes les forces nécessaires pour faire mouvoir les différents appareils; car le rayon de l'arc IK est aussi grand qu'on veut, et par suite la force tangentielle *t* peut être, pour ainsi dire, réduite à être fort petite : la seule condition de rigueur est que les extrémités I et K de l'arc IK soient fixées l'une à la roue, l'autre à l'arbre, et dans un plan perpendiculaire à l'axe.

M. Hachette a donné, dans sa Mécanique, un procédé pour mesurer la force d'un arbre tournant (*V.* pag. 33); M. de Prony a résolu également le même problème : mais comme nous ne devons traiter ici que du dynamomètre, nous renvoyons à parler de ces méthodes au mot Force.

E

EAU (*Arts physiques et mécaniques*). L'eau est un fluide répandu dans la nature, qu'il agit perpétuellement, et souvent à notre insu, sur tous les corps, sur nos organes, sur la constitution de tous les êtres et sur toutes les substances dont nous faisons usage. Son utilité dans les Arts est tellement reconnue qu'il serait superflu de s'en occuper ici, et il nous suffira d'entretenir nos lecteurs de ses nombreux usages, et de leur indiquer les obstacles que l'eau apporte à nos desseins, les effets cachés qui sont dus à sa présence, et les puissances motrices qui résultent de ses divers états. Comme chaque article spécial, où l'action de l'eau est immédiate, est traité dans le Dictionnaire à son article, on ne doit s'attendre à trouver ici que l'énoncé de certains faits généraux, qu'une sorte de récapitulation des principaux phénomènes dus à ce fluide, et les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dication des articles où chaque sujet est traité avec détail : ce serait faire des répétitions inutiles que d'entrer maintenant dans des développemens plus étendus.

L'eau est un fluide transparent, incolore, sans odeur, insipide, et susceptible de mouiller presque tous les corps, excepté ceux qu'on dit être *gras*, les feuilles de certaines plantes, etc. Tout le monde sait avec quelle abondance l'eau est répandue dans la nature, et combien sont diversifiées les fonctions qu'elle y exerce. Rassemblé en masses immenses dans les bassins des mers, entraîné par un mouvement progressif sur le lit des fleuves et des rivières, ce fluide sert de véhicule aux navires et à différentes espèces de bâtimens, pour établir, par les voyages et par le commerce, une communication entre les peuples des diverses contrées. Il devient, par son impulsion, le moteur d'une multitude de machines aussi utiles qu'ingénieuses; et si l'homme a en sa disposition une puissance supérieure encore à celle qui agit dans ce cas, il la doit au même liquide, converti en vapeurs. L'eau est l'élément dans lequel vivent une infinité d'êtres organisés; elle sert de boisson à l'homme et aux animaux qui peuplent la terre et les airs; elle est un des principaux agens de la végétation; c'est dans son sein que se sont formés une multitude de minéraux et de substances auxquelles l'industrie humaine semble donner une nouvelle existence, en les élaborant pour nos usages. (Traité de Physique de Haüy, T. I, pag. 206.)

Considérons d'abord l'eau sous les rapports physiques.

L'eau, comme tous les corps soumis à l'action de la chaleur, existe sous les trois états différens de solidité, liquidité, et fluidité dite *élastique*; savoir, en glace, en eau proprement dite, enfin en vapeur aqueuse. L'état solide est celui qui semble être naturel à l'eau, puisque les deux autres sont des modifications apportées par la présence du calorique, qui se trouve interposé en plus ou moins grande quantité dans la substance. Comme la GLACE et les VAPEURS sont traitées dans des articles séparés, nous ne nous en occuperons pas ici. On trouvera, au mot FLUIDE, l'exposition de diverses propriétés communes à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toutes les substances qui jouissent de la liquidité, et par conséquent l'eau partage avec elles ; il nous suffira donc de l'énoncer en les appliquant au liquide, qui fait le sujet de cet article.

I. *L'eau est incompressible*, du moins lorsqu'on ne l'expose qu'aux pressions ordinaires. Par exemple, on a reconnu qu'une colonne de mercure de 2 pieds de hauteur (227 millimètres) équivalente au poids de trois atmosphères, ne produisait à l'eau aucune diminution sensible de volume. La construction des POMPES FOULANTES est fondée sur ce principe ; mais cette propriété de l'eau n'est point vraie en toute rigueur. Il résulte, des expériences récentes de Kanton, de MM. OErsted et de quelques autres physiciens, que l'eau est aussi un peu compressible. A l'aide d'un appareil très-ingénieux, M. OErsted a reconnu que sous le poids d'une atmosphère, elle se contracte des 46 millionièmes de son volume. Cette contraction est sans doute trop petite pour qu'il soit nécessaire d'y avoir égard dans les Arts, et il nous sera bien permis de considérer toujours l'eau comme incompressible lorsque nous ferons des expériences sur ce liquide. Néanmoins, il convient de remarquer que cette compressibilité de l'eau, toute faible qu'elle est, n'est pas sans influence dans les phénomènes physiques ; car comme on a lieu de le croire, la mer a des profondeurs qui s'étendent jusqu'à 3 à 4 lieues, ainsi que nous voyons les sommets de nos grandes montagnes s'élever à pareille hauteur au-dessus, la pression qu'exerce sur le fond du bassin une colonne d'eau aussi considérable, va en croissant avec l'enfoncement, et peut monter jusqu'à 12 ou 13 cents atmosphères. On conçoit alors pourquoi l'eau des profondeurs ayant une densité d'environ 5 à 6 centièmes plus grande que celle qui flotte à la surface, outre que le fond doit être susceptible d'une résistance considérable, pour suffire à un aussi puissant effort, aucune substance végétale ou animale ne saurait y vivre, et doit ne se faire aucun échange des eaux profondes avec les eaux supérieures, même sous l'influence des vents et des tempêtes. On a reconnu en outre qu'à de très grandes profondeurs, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des mers se maintient à la température de 4°, qui est celle de son *maximum* de densité; et comme les liquides sont mauvais conducteurs de la chaleur, celle que nous envoie le soleil est presque sans influence sur les eaux profondes des lacs et de la mer, qui restent ainsi constamment fixées au sol du bassin.

II. Lorsqu'un vase hermétiquement fermé de toutes parts et entièrement rempli d'eau, a sa paroi percée d'un trou que bouche un piston poussé par une puissance, cette force se distribue à travers le liquide dans tous les sens, et la loi de cette espèce de communication, loi découverte par Pascal, consiste en ce que, *quelque part qu'on prenne une surface égale à la base du piston, cette aire est pressée avec la même intensité que le piston y était immédiatement contigu.* Il résulte de ce principe de l'*égalité de pression*, que si l'on prend sur la paroi du vase une aire double de celle de la base du piston, cette surface sera pressée avec une force double de celle qui agit sur ce piston; et en général, une aire quelconque de la paroi éprouve une pression qui est égale au produit de cette force multipliée par le rapport de cette aire à la base du piston. Ainsi on peut, par cette propriété, augmenter presque indéfiniment l'intensité des puissances. Par exemple, une force de 25 kilogrammes agissant sur un piston dont la base a un centimètre carré, produira sur une aire dont l'étendue superficielle est d'un décimètre carré, la même pression qu'une force cent fois plus grande, ou égale au poids de 2500 kilogrammes, parce que la surface du décimètre est composée de cent fois celle du centimètre carré. C'est sur cette proposition qu'est fondée la Presse hydrostatique. (*V.* cet article.)

III. L'eau pure, à la température de 3°,89 du thermomètre centigrade, est à son *maximum* de densité; son poids est tel dans cet état, qu'un litre ou décimètre cube pèse juste 1 kilogramme, un mètre cube pèse 1000 kilogrammes; le centimètre cube un gramme. Mais si la température vient à changer, l'eau se dilate, le volume 1 devient 1,00012 à 0°, et à 7°,77. Depuis le *maximum* de densité jusqu'à 100°, l'eau se dilate de $\frac{1}{23}$ = 0,0433 de son volume primitif. M. Gay-Lussac a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouvé 0,0465 = $\frac{2}{43}$ pour ce même effet. A 10° de Réau... le pied cube d'eau pèse 69,969 livres; le pouce cube ... 5 gros 13 grains $\frac{1}{3}$. Mais lorsque l'eau est chargée de sels ... corps en suspension, son poids spécifique n'est plus le m... et varie avec les circonstances. Il est reçu assez généralement de regarder le pied cube d'eau douce comme pesant 70 liv... et celui d'eau de mer 72 livres.

IV. La surface de l'eau dormante, celle que ce liquide... fecte dans le repos est exactement horizontale, ou perpendi... culaire à la direction du fil à plomb. Les NIVEAUX sont ... d'après cette propriété; nous nous en occuperons à cet ar...

V. Tout vase qui contient de l'eau a ses parois pressées ... une force perpendiculaire à leur surface; la grandeur de cette force croit avec l'enfoncement. L'intensité de la pression ... donnée par cette règle : prenez sur le fond horizontal du vase une aire quelconque; elle porte le poids d'une colonne verticale de liquide qui a pour base cette aire, et pour hauteur sa distance à sa surface du niveau; et si cette aire est ... sur la paroi verticale ou inclinée du vase, il faut considérer chaque point comme pressé perpendiculairement par une force égale au poids du filet vertical de liquide qui s'étend de ce point de l'aire jusqu'au niveau de l'eau : la résultante de toutes ces forces est la pression demandée. Les DIGUES, ... D'ÉCLUSE, TUYAUX DE CONDUITE, sont construits d'après ce principe.

On voit que la pression de l'eau sur le fond horizontal du vase n'est égale au poids total du liquide qui y est contenu que lorsque ce vase a la forme d'un prisme ou d'un cylindre vertical; et que si cette forme est rétrécie ou évasée vers le haut, la pression sur le fond est plus grande dans le premier cas, et moindre dans le second que le poids de l'eau. C'est en cela que consiste le *paradoxe hydrostatique*. Un tonneau ... surmonte d'un tube vertical assez étroit, mais très élevé, ... fort bien à la pression de l'eau qu'il renferme dans sa capacité; mais lorsqu'on verse de l'eau dans le tube, comme le fond et les parois se trouvent pressés précisément par la même charge

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que si le tonneau conservait sa dimension en largeur dans toute la hauteur du tube et était entièrement rempli, on sent que la pression sur les pièces inférieures est énorme : aussi voit-on les douves s'écarter et le fluide jaillir par toutes les fentes.

VI. Lorsqu'un corps est plongé dans l'eau, ce liquide le presse de toutes parts pour le pousser en haut et le faire sortir; c'est ce qu'on nomme la *poussée verticale* du fluide; le poids du corps, au contraire, tend à le faire descendre. De cette double action, il résulte que le *poids d'un corps plongé en tout ou partie dans l'eau, est diminué d'un poids égal à celui que déplace la portion immergée* : c'est en cela que consiste le *principe d'Archimède*. Lorsqu'un corps quelconque est mis dans l'eau, il se présente trois cas : 1°. ou cette substance pèse plus qu'un pareil volume d'eau, et alors le corps doit tomber au fond de l'eau, à moins qu'on ne le soutienne, acte qui exige le développement d'une force verticale dirigée de bas en haut, égale à l'excès du poids du corps plongé, sur le poids d'un égal volume d'eau; 2°. ou le corps est précisément de même densité que le liquide, et alors son poids est juste égal à celui d'un pareil volume d'eau; cas très rare dans la nature, si ce n'est pour les corps composés de substances diverses convenablement assemblées; alors le corps reste immergé dans l'eau, sans monter ni descendre, en quelque lieu qu'on l'y place; 3°. enfin, ou le corps a un volume tel que son poids total est moindre que celui d'un volume d'eau égal au sien; dans ce cas, ce corps ne s'enfonce dans le liquide qu'à la profondeur où le volume d'eau déplacé jusqu'au plan de flottaison, forme un poids exactement égal à celui du corps entier. Si le corps est entré plus avant dans le liquide, il en est repoussé; on l'y voit s'enfoncer dans le cas contraire. La force qui devrait s'opposer à ces deux effets serait égale à la différence entre le poids du corps et celui de l'eau déplacée par l'immersion.

C'est sur ces propriétés que sont fondées diverses pratiques fréquemment employées dans les Arts. (*V.* DIABLES CARTHÉSIENS.) Nous rappellerons les plus importantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'estimation de la Densité des liquides, par la quantité de fluide déplacée en y plongeant un même corps nommé Aréomètre, a été exposée avec détails à son article.

La densité d'un liquide s'obtient aussi en pesant un même corps entièrement immergé dans les divers liquides dont on demande le rapport des Poids spécifiques. (*V.* Balance hydrostatique.)

Le problème auquel on doit la découverte du principe d'Archimède, consistait à trouver la proportion d'alliage contenue dans une couronne d'or, sans cependant endommager cet ouvrage. (*V.* Arithmétique.) La détermination des poids spécifiques des corps est une des plus heureuses applications de cette loi.

L'art de construire des bateaux et des navires est encore une conséquence de ce principe. Il n'est pas de substance, si légère qu'elle soit, qu'on ne puisse faire flotter sur l'eau, pourvu qu'elle soit susceptible de s'étendre en lames, ou d'être façonnée en parties exactement jointes ensemble et réunies sous un grand volume. C'est ainsi qu'on réussit à faire flotter des bateaux en fer. Le poids employé à une construction de ce genre étant donné, quoiqu'il surpasse de beaucoup celui d'un égal volume d'eau, si on lui donne une forme concave, le volume d'eau que déplacera ce corps en partie immergé, sera fort différent du volume réel du corps; car le premier de ces espaces est déterminé par la surface plongée et le plan de flottaison, étendue qui, à raison de la partie creuse, dépasse de beaucoup le volume physique de la substance. Ainsi, lorsque les fers, les bois, les marchandises qui forment la charge d'un navire, flottent sur l'eau, on peut aisément en déterminer le poids total; il suffit pour cela de mesurer le volume géométrique renfermé par le plan de flottaison et la surface immergée; autant de décimètres cubes seront contenus dans ce volume, autant le navire pèse de kilogrammes.

VII. La pression de l'eau sur la surface immergée, ou la poussée verticale de ce fluide, est une force dirigée par le centre de gravité du volume déplacé. Il résulte de cette pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

position, que si le centre de gravité du poids total du corps n'est pas situé dans cette même verticale, ce corps ne flotte pas en équilibre, parce que les deux forces opposées, quoique égales, ne s'entre détruisent pas, attendu qu'elles ne sont pas dirigées selon la même ligne. Ainsi, pour qu'un corps flotte sur l'eau, il faut non-seulement que son poids total soit égal au poids de l'eau qu'il déplace, il faut en outre que les *centres de gravité du corps et du volume déplacé soient dans une verticale*. Et si cette condition est remplie, et qu'on dérange un peu le corps de cette situation, il arrivera, ou que le corps se renversera tout-à-fait, ou qu'il se rétablira, par une suite d'oscillations, dans son état d'équilibre primitif. Ce dernier cas, qu'on a nommé *équilibre stable*, arrive quand le centre de gravité du corps est plus profondément situé que celui du volume d'eau déplacé; et c'est pour cette raison qu'on *arrime* les vaisseaux, c'est-à-dire qu'on place dans la cale des substances d'un poids considérable, qui font descendre le centre de gravité très bas; car plus il y a de distance entre les centres de gravité du corps et de l'eau déplacée, et plus la stabilité de l'équilibre est grande. (*V.* Arrimer.)

VIII. Lorsque le vide est fait dans un tube vertical fermé en haut, ouvert en bas et plongé dans l'eau, ce liquide monte dans le tube jusqu'à une hauteur qui est, en termes moyens, de 10^{m},4 ou 32 pieds, plus ou moins, selon la pression atmosphérique subsistante. Cet effet est dû à l'air qui presse la surface de l'eau; la pression se distribue également dans toute la masse et dans tous les sens, et comme rien ne la contre-balance dans le tube, où l'on suppose que le vide est fait, les particules liquides doivent monter et se suivre jusqu'à ce que le poids total de la colonne d'eau ainsi élevée exerce sur la base de niveau une pression de haut en bas, égale à celle de l'atmosphère à la surface de l'eau. C'est sur cette propriété qu'est fondée la construction des Pompes aspirantes: les Baromètres sont des instrumens qui reposent sur le même principe; et en multipliant la hauteur de la colonne du mercure, par 13,6 densité du fluide métallique rapportée à celle de l'eau, le pre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duit donnera exactement la hauteur *maximum* à laquelle la pompe aspirante peut actuellement élever l'eau.

IX. L'écoulement de l'eau dans les SIPHONS est un résultat du même principe. Un tube courbé dont le coude est tourné en haut, a ses deux branches inégales et à peu près verticales et parallèles; on plonge dans l'eau l'orifice de la branche la plus courte, et l'on fait le vide, soit en suçant par l'autre orifice, soit de toute autre manière. Le fluide doit donc monter, comme on vient de le dire; et si la branche courte n'a pas plus de 10m,4 d'élévation (32 pieds), le liquide gagnera le coude supérieur, puis redescendra dans la longue branche et s'écoulera par l'orifice de celle-ci. Cet effet se continuera tant que la branche courte sera plongée, parce que l'air atmosphérique presse, il est vrai, avec une force égale, les lames d'eau placées aux deux orifices; mais le poids contenu dans la longue branche n'étant soutenu par rien, tombe et produit un vide dans le haut du tube; ce vide est comblé de nouveau par l'eau du vase qui s'y précipite en vertu de l'inégalité de pression, et l'écoulement se continue. La vitesse de l'écoulement résulte du principe suivant.

X. Lorsqu'un réservoir contient de l'eau, et qu'on ménage une issue au liquide, soit par un trou pratiqué à la paroi, soit par un tuyau de décharge, la vitesse du liquide qui s'écoule est précisément la même que celle d'un corps qui tombe d'une hauteur égale à la différence de niveau entre l'orifice de sortie et la surface de l'eau dans le réservoir. On peut donc en déduire la force du choc du liquide à sa sortie, et la quantité écoulée dans un temps donné. (*V.* CHUTE.) Mais il faut se hâter de dire que cet effet n'a lieu que théoriquement; la résistance de l'air, le frottement contre les parois du vase, la forme qu'affecte le jet à sa sortie, les mouvemens tumultueux de l'eau dans le réservoir, tout contribue à altérer plus ou moins la rigueur du théorème. Nous avons examiné les effets véritables, et appris à les mesurer, en traitant des AJUTAGES, de la DÉPENSE d'un réservoir, de l'ÉCOULEMENT des liquides, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les Clepsydres ou horloges d'eau, les Ampoulettes des marins, etc., sont construits sur ce principe.

XI. L'eau réduite en vapeur, en repassant à l'état liquide, donne lieu à des effets qu'il peut être utile d'énumérer ici : non-seulement cette eau pénètre invisiblement dans les pores de tous les corps, où elle demeure fixée sans qu'il soit souvent possible de la chasser, ce qui constitue leur état hygrométrique; mais encore dans certaines circonstances cette vapeur se dépose à la surface des corps, qu'elle mouille, et quelquefois dissout ou altère. La rosée est un effet de ce genre dû à la précipitation de l'eau sur les plantes refroidies par des circonstances particulières (*V.* Chaleur rayonnante); phénomène bienfaisant qui rend la vigueur aux plantes dans les temps chauds, et quelquefois funeste à la végétation, dont elle arrête et détruit les premiers jets, à l'époque où la rosée est sujette à se glacer. La quantité de chaleur rendue libre par la conversion de la vapeur en eau, ou par la solidification de ce liquide en glace, est encore un phénomène important à considérer. Il n'est presque aucune circonstance de la vie, presque aucune opération des Arts, qui ne soit intéressée dans cet ordre de faits physiques. Comme ce sujet est traité avec détails aux mots Atmosphère, Chaleur, Hygromètre, Vapeurs, et dans divers autres lieux de notre Dictionnaire, nous croyons superflu de nous étendre davantage sur cette matière.

XII. Les effets de la Capillarité sont encore de ceux dont l'importance et la persévérante activité doivent être sans cesse prévus et étudiés dans les applications qu'on fait de la Physique aux Arts. L'eau liquide imbibe tous les corps, pénètre dans tous les étroits canaux qui sillonnent leur masse, et y adhère avec une force dont on peut se faire une idée par les effets qu'elle produit, et dont nous avons présenté l'ensemble au mot Capillaire. Nous nous bornerons ici à citer un fait propre à faire juger de l'importance de cette force dans les phénomènes naturels. Il suit des expériences de M. Gay-Lussac, que lorsqu'on présente à l'eau l'orifice d'un tube de verre dont la section transversale intérieure a un millimètre de rayon, la force

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

capillaire y fait monter le liquide jusqu'à 30,0956 millimètres quand la température est de 8° ½. (*V.* T. III, page 139.) On sait d'ailleurs que la nature de la substance du tube est indifférente à cette action, qui serait la même dans toute autre matière; que cet effet est en raison inverse des diamètres, en sorte que pour un tube moitié moins large, l'ascension deviendrait double. On voit donc que dans des canaux de cent fois plus petits, et il en est sans doute de beaucoup moindres encore dans les substances dont nous faisons usage, l'eau doit s'y élever à 30 mètres de hauteur. Il faut donc considérer les tubes pratiqués par la nature dans l'intérieur des végétaux comme autant de canaux qui soutirent les eaux imbibées de la terre, les soumettent à l'action vitale des organes, les dissolvent en vapeurs dans l'atmosphère, etc. Lorsqu'on veut chasser d'un corps l'eau qui y adhère par l'action capillaire, la force développée par la chaleur, le vide, ou les affinités, sont seules assez puissantes pour y parvenir. De là l'usage des FOURS, des ÉTUVES, etc.

XIII. Un des effets les plus importans du retour de la vapeur d'eau à l'état liquide, est la pluie, qui dans certaines circonstances devient brouillard, neige, givre, ou grêle, selon les prédispositions de l'atmosphère. Les eaux répandues en grande abondance à la surface de la terre, pénétrées par le calorique, se forment en vapeurs, qui étant plus légères que l'air ambiant s'élèvent sans être visibles, à moins qu'un froid subit ne les condense aussitôt. Lorsque ces vapeurs ont atteint les régions élevées de l'atmosphère, ordinairement plus sèches et plus froides que les inférieures, ou elles s'étendent en se dissipant, ou elles se refroidissent jusqu'à condensation. De là les nuages, les pluies et autres phénomènes. Ces torrens de vapeurs, élevés jusqu'aux hautes montagnes, y vont entretenir une humidité perpétuelle, alimenter les glaciers et les neiges qui recouvrent leurs fronts, ou se réunir en ruisseaux qui donnent naissance aux fleuves, dont l'existence est nécessaire à toute la nature. En sorte que l'ÉVAPORATION naturelle est une des puissances les plus actives pour entretenir la vie des plantes et des animaux,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et pour ramener sans cesse la surface du globe dans l'état où nous le voyons et où il est habitable. La quantité d'eau tombée du ciel chaque année en un lieu désigné, varie avec les localités. A Paris, la moyenne de six ans a donné 55,348 centimètres, ou 20,45 pouces pour la hauteur annuelle de ce liquide, en supposant qu'il est reçu et préservé de toute évaporation. (*V.* Comble.)

Nous terminerons cette récapitulation en considérant l'eau comme force motrice.

L'eau agit par sa pression, ou par le choc qu'elle imprime, selon qu'elle est en repos ou en mouvement; nous traiterons en détail de ces effets, en parlant des Roues hydrauliques, et nous indiquerons les moyens d'en calculer la puissance dynamique, afin de pouvoir mesurer la quantité de travail produit dans un temps donné, soit avec un moulin à farine, soit dans une scierie, dans un laminoir, dans les machines à exprimer l'huile, etc. Nous nous bornerons ici à récapituler quelques propositions fondamentales relatives aux *roues à aubes et à augets*, en supposant qu'on connaisse la masse d'eau en mouvement, sa hauteur de chute ou sa pression, sa vitesse, etc.; données que nous nous occuperons d'abord à déterminer dans chaque localité. Ainsi, après avoir indiqué les moyens d'expériences propres à faire connaître les conditions déterminantes de la force motrice de l'eau, nous donnerons un exposé succinct des principes de la composition des deux roues dont il s'agit, renvoyant pour de plus amples développemens à l'article des Roues hydrauliques.

On imagine une section transversale pratiquée au lit du ruisseau; supposons d'abord que la vitesse du liquide soit constante dans toute cette surface; on pratique des sondes çà et là pour pouvoir dessiner le profil de cette section du canal. On en évalue la surface géométrique; puis lorsqu'on a trouvé la vitesse d'écoulement en une seconde, par les procédés que nous allons exposer, on multiplie cette vitesse par l'aire de la section ou profil; le produit est le volume d'eau écoulée dans cette durée, puisque ce volume forme un prisme dont la base est la section, et la hauteur l'espace que parcourt l'eau en une seconde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais le plus souvent le liquide a des vitesses très différentes dans les diverses profondeurs du canal. La vitesse est ordinairement la plus grande à fleur d'eau, au milieu du lit ; elle est presque nulle au fond et vers les bords : mais cela varie beaucoup dans les localités, surtout lorsque la direction du canal fait un coude qui porte la force du courant vers le rivage dont la courbure est la plus étendue. Alors on partage la section mouillée, par des verticales, en aires, dans chacune desquelles on considérera la vitesse de l'eau comme constante. Une fois qu'on connaîtra la quantité écoulée par chacune, la somme donnera visiblement l'écoulement total.

On voit donc que l'objet principal de la recherche est la vitesse de l'eau en un lieu déterminé du lit. Plusieurs moyens ont été proposés pour arriver à cette connaissance ; le plus simple consiste à jeter à l'eau un corps léger qui surnage et que le courant entraîne. Pour éviter l'effet de la résistance de l'air et l'action du vent, on prend pour flotteur, le plus ordinairement, une petite boule de cire qu'on leste pour la faire entrer en totalité dans l'eau. L'observateur tient un sablier, ou mieux encore une montre à secondes, et suit la marche du flotteur ; il mesure ensuite l'espace décrit dans un temps déterminé, et divisant l'espace par le nombre de secondes écoulées, il a le quotient l'espace décrit en une seconde. On prend les $\frac{4}{5}$ de cette quantité pour la vitesse moyenne dans toute la hauteur.

Bien entendu que cette épreuve doit être plusieurs fois répétée pour vérifier le résultat; on prend ensuite une moyenne entre les diverses vitesses ainsi obtenues, lesquelles doivent peu différer entre elles. Cette moyenne, prise à des jours différens et par des temps calmes, est exacte et indépendante des circonstances accidentelles. L'expérience doit encore être faite en divers lieux de la surface de niveau, pour reconnaître l'effet des eaux stagnantes, des remoux, ou des lieux de plus grandes vitesses. Il faut avoir soin de ne pas causer à l'eau des mouvemens étrangers à sa marche naturelle, pour ne pas modifier les résultats. Ainsi, il ne faut pas suivre le flotteur dans un tournoiement, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De Parcieux a imaginé une petite machine très commode pour mesurer la vitesse de l'eau; c'est une sorte de roue à aubes très légère, dont l'axe de rotation est monté sur des galets qui le rendent très mobile. On fait plonger les aubes inférieures dans le liquide, et l'eau fait tourner la roue avec une vitesse que mesure un Compteur; la communication de la roue et du compteur est établie par un rouage. Ces pièces sont si légères, les frottemens si doux, qu'on peut regarder cette roue comme n'étant pas sensiblement retardée dans ses mouvemens par ces circonstances. Ainsi, le nombre de tours de la roue dans un temps donné, fait connaître la vitesse du courant.

Nous avons donné, au mot Écoulement, l'usage du *tube de Pitot*, et aux mots Lock et Ampoulette une manière de déterminer la vitesse d'un navire, procédé également applicable à la recherche qui nous occupe. D'un lieu fixe, on jette à l'eau un morceau de bois lesté retenu par une *ligne*, ou ficelle enroulée sur un moulinet. Entraîné par la vitesse du liquide, ce corps s'éloigne, et l'on a soin de n'en pas retarder la marche, en aidant au développement de la ligne. Des marques sont faites à des distances convenues sur cette corde; et lorsqu'on a compté combien de ces *nœuds* ont passé dans une minute, on divise cette longueur par 60, pour avoir la marche en une seconde.

On a vu au mot Dynamomètre le moyen proposé par M. Regnier pour évaluer la force de pression d'un courant sur une surface donnée. Ce procédé est d'autant meilleur, qu'on peut s'en servir pour trouver les pressions à différentes profondeurs, l'expérience prouvant qu'elles varient beaucoup avec l'enfoncement.

La plupart du temps, l'eau dont on cherche la vitesse n'est pas assez abondante pour qu'il soit nécessaire de recourir aux procédés que nous venons d'énumérer : ce n'est qu'un filet d'eau, un petit ruisseau, une chute étroite au sortir d'une buse, ou le produit d'une petite décharge. Il suffit alors ou de faire un barrage avec une planche percée de trous, comme on l'a dit aux mots Dépense d'eau et Écoulement, ou bien on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

recueille le liquide dans des vases de capacités connues, en connaître la quantité écoulée dans un temps donné.

Enfin, on peut encore mesurer la pression de l'eau courante en se servant d'un MANOMÈTRE, comme lorsqu'on veut connaître la pression d'une machine à vapeur ou d'un soufflet de forge.

Passons maintenant à l'énoncé des règles propres à déterminer la construction des ROUES HYDRAULIQUES.

Pour obtenir d'une *roue verticale à aubes* sans course mue par une chute d'eau, le plus grand effet possible, il faut tellement régler la résistance à vaincre, que la vitesse des palettes, mesurée à la circonférence extérieure, soit un peu moindre que la moitié de celle de l'eau (les $\frac{4}{10}$), et que le fluide tombe perpendiculairement sur les aubes. Cette force n'est capable que de remonter la moitié du poids de l'eau descendue; aussi est rare qu'on remonte en effet plus du tiers de cette quantité. La vitesse de la roue étant connue, on en déduit les dimensions des lanternes et pignons d'engrenage qui transmettent le mouvement imprimé à la roue, aux pièces actives de la machine qui, en fonctionnant, doivent produire l'effet demandé.

Dans une *roue verticale à augets* mue par le seul poids de l'eau, il faut régler la résistance à vaincre de manière que la vitesse de la roue soit la plus petite possible, lorsqu'on veut obtenir le plus grand effet; car alors la force du moteur est employée presque en totalité. Mais comme la lenteur du mouvement est une cause d'irrégularité, la vitesse de la roue qui correspond au *maximum* d'effet, doit être d'environ un mètre par seconde, quelles que soient les dimensions de la roue à augets. Plus cette roue est haute par rapport à la chute totale, et plus l'effet produit est grand. Dans le cas où les roues à pots sont bien établies, l'effet utile va jusqu'aux trois quarts de la force motrice.

L'impulsion donnée aux roues par les chutes d'eau, est toujours une cause de perte de force vive : on doit préférer n'employer que le poids du liquide. Dans les roues à augets, le poids de l'eau doit donc être la seule force motrice, lors-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on veut obtenir le plus grand effet; mais quand l'eau doit agir par son poids et par percussion, on trouve que la roue doit prendre une vitesse peu différente de celle de l'eau affluente. On voit que l'effet de la roue à augets dont il vient d'être question, est au moins le double de celui d'une roue à aubes. (*V.* les expériences de Smeathon, à l'article des ROUES HYDRAULIQUES.)

Les roues à aubes ou palettes dont nous venons de parler, ne doivent s'entendre que de celles où l'eau agit par *percussion*, et l'on peut juger que plus de la moitié de la force motrice s'y trouvant nécessairement perdue, ce système est tellement vicieux qu'on ne le doit employer que très rarement, et dans les seuls cas où il ne faut pas hésiter à perdre une très forte partie de la puissance motrice, dans l'intention d'obtenir d'autres avantages. Ici, comme dans toutes les machines, l'emploi des FORCES VIVES est un défaut qu'il importe d'éviter, à raison des pertes d'effet et des actions destructives.

Ce sont donc les roues à pots ou augets qu'on doit préférer, surtout celles qui sont exemptes de chocs, et que le seul poids de l'eau fait tourner; mais ces roues ne jouissent de tous leurs avantages que dans le cas où l'on n'exige pas de grandes vitesses, puisque la circonférence ne doit pas décrire plus d'un mètre par seconde. On se trouve conduit à employer des engrenages lorsqu'on veut obtenir de la rapidité et de la régularité dans le mouvement. Nous ne dirons rien ici des *roues à palettes courbes*, dites TURBINES, imaginées par M. Burdin, ingénieur des Mines; nous attendrons que l'expérience ait prononcé sur les avantages qui leur sont attribués, et justifié les éloges que l'Académie des Sciences leur a accordés.

On emploie souvent les roues à augets avec la condition de faire arriver l'eau avec percussion : le mouvement est alors dû à un choc et à une pression. Dans ce cas, pour que la roue produise le *maximum* d'effet, il faudra que la circonférence de la roue prenne la moitié de la vitesse de l'eau qui la frappe; d'ailleurs, le diamètre de la roue ne doit pas être moindre que la hauteur du niveau au-dessus de la partie inférieure de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

roue. Le fluide entre dans les augets à son niveau. Il faut ici des effets de la percussion ce qui en a été dit ci-dessus répéter que ce système est défectueux toutes les fois qu'on est pas conduit pour recueillir d'autres avantages.

On emploie souvent les roues à aubes dans un fluide ind c'est ainsi que des moulins sont établis sur le courant fleuves. Il faut alors tellement proportionner la résist mécanique, et concevoir le système général de manière circonférence de la roue prenne le tiers de la vitesse du rant. La force vive perdue par le fluide en mouvement fait ner la roue et fonctionner la machine avec le plus d'avan

Souvent on enferme des roues à aubes dans des cour l'on fait arriver l'eau : il est visible que dans ce système regarde en pratique comme préférable à tout autre, est à peu près de même nature que dans les roues à pots la pression du liquide, et même quelquefois son choc, s'exerce dans l'un et l'autre cas d'une manière analogue. Ainsi, cette pèce de machine rentre dans ce qu'on a dit précédemment les roues à pots.

Il nous resterait à parler des roues à coquilles ou à rales, de celles dont l'axe est vertical ou incliné ; mais ces jets seront traités à l'article des Roues hydrauliques, et serait dépasser les limites d'un article de généralités, que d trer ici dans tous ces détails. C'est aussi par cette raison nous ne parlerons pas des moulins et scieries hydrauliques Vis d'Archimède, machines à colonne d'eau, Danaïdes, à pression latérale, Norias, Béliers hydrauliques, siphons, Béliers aspirateurs, et autres mécaniques dont est la force motrice, parce que ces sujets sont traités avec les détails qu'ils comportent.

Quant à la résistance que les corps éprouvent à se mo dans l'eau, elle se déduit de principes généraux qu'on de pera au mot Résistance. On y verra qu'une surface plane se présente perpendiculairement au choc de l'eau, ou qu ment avec cette même direction dans une eau tranq éprouve une *résistance proportionnelle au carré de sa vi*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on la mesure par le *poids d'un prisme d'eau qui a la surface pressée pour base, et pour hauteur le double de celle qui est due à cette vitesse* (c'est-à-dire deux fois la hauteur dont un corps pesant doit tomber pour acquérir cette vitesse, *V.* CHUTE), *divisé par le poids du corps.*

Et si le choc se fait obliquement à la surface, il faut multiplier ce résultat par le sinus de l'angle d'incidence. Du reste, ce théorème ne s'accorde guère avec l'expérience que quand l'angle formé par la surface avec la direction du mouvement, surpasse 40 degrés.

La résistance qu'éprouve un cylindre est moitié de celle d'une sphère; et celle-ci est les $\frac{3}{8}$ du carré de la vitesse divisé par le diamètre du globe et par la densité du corps rapportée à celle de l'eau. FR.

EAU. L'eau, considérée sous le rapport chimique, offre un si grand nombre d'applications importantes pour les Arts, et pour l'Economie domestique qu'elle mérite essentiellement de fixer sous ce point de vue toute notre attention. Ce corps est susceptible, comme on l'a vu dans l'article précédent, d'exister sous trois états différens; il est ou solide ou liquide ou gazeux, suivant la quantité plus ou moins considérable de calorique qu'il retient en combinaison. Chacune de ces modifications a sa manière spéciale d'agir sur les corps qui sont soumis à son influence, et de là naît une foule de phénomènes qu'il est nécessaire de pouvoir apprécier, soit pour s'en prémunir, soit pour en tirer avantage.

Les propriétés physiques de l'eau ayant fait l'objet d'un article particulier, nous devons éviter ici tout ce qui s'y rapporte et ne nous occuper que des caractères purement chimiques; c'est donc sous ce rapport seulement que nous l'étudierons dans ses trois modifications, et nous commencerons par celle qu'elle affecte le plus ordinairement, du moins dans nos régions.

L'eau dans l'état de liquidité est l'agent chimique le plus essentiel, c'est pour ainsi dire le véhicule obligé de la plupart des combinaisons. C'est sous ce point de vue général que les anciens avaient sans doute raison de dire que l'eau était un des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

élémens nécessaires de la matière. Sans elle, en effet, il [illegible] de combinaisons possibles; elle en est l'intermédiaire in[illegible] sable, et c'est dans ce sens qu'il faut entendre l'ancien pr[illegible] *corpora non agunt nisi sint soluta*. La présence de l'eau, [illegible] rable à la réunion intime des molécules, n'est pas moins [illegible] tageuse à leur séparation; c'est aussi elle qui préside pou[illegible] dire à presque toutes les décompositions chimiques. Sa[illegible] midité, point de fermentation, point de putréfaction.

On conçoit tout ce que cet agent universel doit off[illegible] térêt dans son étude, et combien il en doit découler d[illegible] utiles et d'utiles applications. Nous n'avons pas sans [illegible] prétention d'en tracer ici un historique complet; [illegible] tâcherons cependant d'en établir assez bien les points pr[illegible] pour en faire ressortir toute l'importance.

Si nous cherchons maintenant à déterminer l'action [illegible] que l'eau exerce sur les corps, nous verrons que, semb[illegible] matière de la chaleur, elle les pénètre pour la plupart, [illegible] entre leurs molécules, qu'elle les écarte plus ou moins [illegible] duit une véritable dilatation; souvent même cette [illegible] prolonge à tel point que la cohésion se trouve balancée [illegible] agrégation détruite. C'est en agissant de la sorte que l'[illegible] dité prédispose les particules des corps à contracter de [illegible] combinaisons, sous l'influence des agens extérieurs. P[illegible] citer un exemple frappant, je rappellerai ce qui se pass[illegible] jour sous nos yeux dans l'acte de la germination. Ne [illegible] nous pas en effet que l'embryon, demeuré jusqu'alors [illegible] milieu d'une substance souvent dure et cornée, se d[illegible] tout-à-coup et commence l'ère de sa vie végétative? [illegible] d'humidité a suffi pour produire cette admirable métam[illegible] les particules de sa graine se sont distendues, un peu d'[illegible] a pu être absorbé, et la première nourriture de la jeun[illegible] se trouve assez bien élaborée pour être aspirée par les [illegible] ténues de la radicule, et transportée dans tout le syst[illegible] l'être débile qui prélude ainsi à son existence. Plus tard [illegible] encore ce puissant véhicule que nous voyons chargé du [illegible] transmettre dans ce nouvel être organisé devenu plus r[illegible]

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les sucs nourriciers qu'il va puiser dans le sein de la terre; il fait plus, il s'y fixe lui-même, et en devient une des parties constituantes.

En poursuivant notre investigation, nous ne manquerons point de rencontrer à chaque pas de nouvelles preuves de l'heureuse influence du précieux agent que nous étudions; mais n'est-il pas assez connu de tous pour qu'il soit inutile d'en accumuler un plus grand nombre? Qui peut ignorer, en effet, qu'il est pour nous-même un aliment indispensable, et un objet de première nécessité pour tous nos besoins domestiques? N'est-ce pas à l'aide de la coction dans l'eau que les alimens que nous tirons des substances animales ou végétales sont mis à la portée de nos organes; n'est-ce pas cette pénétration, ce ramollissement produit par la présence de l'humidité qui en prépare et en facilite la digestion? Les bains, les lotions, les lavages et tout ce qui tient à la propreté si nécessaire au maintien de la santé de l'homme, nous le devons à ce fluide bienfaisant; mais aussi, pour ne rien cacher, c'est encore à lui que nous sommes redevables le plus ordinairement de ces terribles fléaux qui désolent trop souvent l'humanité. Je veux parler de ces maladies pestilentielles et contagieuses, qui pour la plupart du temps doivent leur origine et leur propagation à ces vapeurs chaudes et humides qui, surchargées de miasmes délétères, les charrient partout, et partout amènent avec eux la désolation et la mort. Ici comme dans les cas précédens, c'est encore l'eau qui a été la source principale de la désunion primitive des molécules organiques; et c'est aussi elle qui devient le lien commun de ces combinaisons meurtrières. Ce peu de mots suffira, je le présume, pour faire concevoir toute l'importance du rôle qui est réservé à ce fluide universel, dans la grande scène de la nature, et combien il devient important pour le chimiste d'en observer soigneusement les effets, puisqu'ils se rattachent à tout ce qui intéresse l'existence des êtres. Quelle attention ne doit-il pas accorder aussi à l'action de l'eau sur les corps inorganiques! car de cette action seule dérivent presque tous les phénomènes chimiques. N'avons-nous pas dit que pour que deux corps agissent réciproquement, il fallait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'un des deux au moins fût à l'état de liquidité, c'est-à-dire à l'état de solution; et n'est-ce pas fréquemment le plus ou moins d'insolubilité des combinaisons qui peuvent résulter des substances en présence qui décide de leur formation? Ainsi on voit que celui qui connaît bien cette action de l'eau sur les corps, peut à son gré produire ou détruire la plupart des combinaisons.

Si nous voulions citer des applications de ces principes, les exemples se présenteraient en foule, et nous ne serions embarrassés que du choix. Nous pourrions prendre au hasard l'extraction et la purification de tous les sels et du sucre; la fabrication des acides et des alcalis; la préparation des matières colorantes et leur fixation sur les tissus, etc., etc.

Il s'en faut de beaucoup que l'eau soit toujours restreinte au rôle auxiliaire que nous lui avons assigné dans les cas précédens; souvent aussi elle devient partie constituante de ces mêmes combinaisons, soit dans son entier, soit par l'un de ses éléments. Telle est en effet la manière dont elle se comporte dans l'oxydation des substances métalliques exposées au contact de l'air. Tantôt elle contribue par son oxigène à leur combustion, d'autres fois elle se combine dans son entier et forme ce que l'on a nommé des *hydrates*.

Qu'on ajoute aux considérations précédentes le degré d'action de l'eau dans une foule d'opérations secondaires telles que la lévigation, la macération, la confection des pâtes, et on reconnaîtra que ceux qu'on décora autrefois du nom de *philosophes par le feu* eussent tout autant mérité celui de *philosophes par l'eau*.

Après avoir établi les premières données générales pour faire sentir l'immense intérêt que doit offrir un corps toujours présent à nos opérations, il est nécessaire d'indiquer quelles sont les qualités qu'il doit réunir pour agir efficacement dans telle circonstance ou dans telle autre; car malheureusement la nature ne nous le présente pas toujours identique à lui-même. Il se trouve ici surchargé de sels, là ce sont des gaz qu'il contient; et parmi ces substances étrangères, les unes sont inutiles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux animaux qui en font usage, tandis que les autres offrent au contraire de nouvelles ressources à l'art de guérir. Certaines eaux, sans contenir rien de malfaisant, ne peuvent cependant servir aux usages domestiques, d'autres ne sauraient convenir à quelques fabrications ; les blanchisseries, la papeterie, les teintureries et autres exigent pour l'eau des qualités spéciales. Il devient donc de toute nécessité d'indiquer les moyens de reconnaître les substances qu'elle contient, non pas d'une manière exacte et précise, mais suffisante cependant pour être bien guidé dans le choix qu'on doit faire.

Ainsi que nous l'avons observé, la nature ne nous offre jamais ce liquide dans son état de pureté : l'eau de pluie ne contient cependant que des traces de substances étrangères ; mais il faut, pour l'obtenir ainsi, qu'elle soit reçue directement dans les vases destinés à la recueillir ; autrement si elle doit, avant d'y arriver, s'écouler sur certaines surfaces, alors elle entraîne et dissout toujours une petite portion des corps qui se trouvent sur son passage. On est donc souvent contraint de la purifier lorsque le besoin des opérations l'exige. Le moyen est facile, il consiste à la séparer par simple évaporation des matières hétérogènes qu'elle contient, c'est-à-dire à la distiller. (*V.* Alambic, Distillation.)

Cette méthode de purification repose, comme on le voit, sur l'hypothèse que toutes les substances contenues dans l'eau ne sont pas susceptibles elles-mêmes de se volatiliser pendant son ébullition, et c'est en effet ce qui a presque toujours lieu. Néanmoins le contraire arrive quelquefois; ainsi certaines eaux renferment de l'acide carbonique libre, d'autres du carbonate d'ammoniaque, et ce dernier cas arrive particulièrement dans les temps de sécheresse pour l'eau de la Seine puisée le long de son cours en traversant Paris. Alors le produit de la distillation retient une quantité notable de ces substances volatiles, et la pureté en est altérée. Il est facile de se débarrasser de l'acide carbonique en rejetant les premières portions d'eau qui passent à la distillation ; et pour le carbonate ammoniacal, il faut ajouter à cette précaution celle de verser dans l'eau, avant de la distiller,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un acide peu volatil qui fixe l'ammoniaque; alors l'acide carbonique devenu libre s'échappe avec les premières vapeurs produites. L'acide sulfurique remplit parfaitement ce but.

La distillation de l'eau n'offre en elle-même aucune difficulté; les seules conditions essentielles sont de n'employer que des vases d'une grande propreté et de soutenir une ébullition aussi modérée, car on conçoit que si elle était tumultueuse, il y entrerait nécessairement des particules d'eau projetées, par le jet du bouillon, jusque dans le chapiteau, et qu'elles viendraient se mêler aux vapeurs. Dans tous les cas, il est convenable de fractionner les produits, et de les essayer séparément par les réactifs, avant de les mélanger.

L'eau parfaitement pure ne jouit pour ainsi dire que de propriétés négatives; elle est insipide, incolore, parfaitement inodore, et sans influence par conséquent sur les couleurs végétales; elle ne précipite ni n'est troublée par aucun réactif; exposée à la chaleur, elle entre en ébullition à la température de 100 degrés centigrades; et sous la pression de $0^m,76$ de mercure, elle se volatilise sans laisser de résidu, etc. Refroidie au-dessous de zéro, elle se concrète en une masse transparente, connue sous le nom de *glace*. Un centimètre cube d'eau pèse un gramme. Le poids spécifique de l'eau a été pris pour type de celui de tous les corps solides ou liquides, et on l'a fait égal à l'unité.

L'eau pure est toujours identique à elle-même. Elle est exactement formée de la réunion d'un atome d'oxigène et d'un atome d'hydrogène, ce qui correspond à un volume du premier et deux du second, ou bien encore à 88,90 d'oxigène et à 11,10 d'hydrogène en poids. Il suffit, pour en acquérir la preuve, de la mettre en contact avec des corps combustibles très avides d'oxigène, et d'en favoriser la réaction par la chaleur, du moins pour quelques d'entre eux: tels sont les métaux qui composent les premières sections; tel est encore le fer, auquel Lavoisier a eu recours pour connaître la composition exacte de l'eau. Nous dirons en peu de mots comment cet illustre chimiste est parvenu à cette importante analyse. Il introduisit d'abord dans un tube de por-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celaine une quantité soigneusement déterminée de fil de fer bien pur, puis il adapta à l'une des extrémités de ce tube une petite cornue en verre exactement tarée, et contenant un poids connu d'eau distillée. Il plaça à l'autre extrémité un tube courbe qui plongeait dans un flacon sec et environné d'un mélange refroidissant, afin de pouvoir recueillir la portion d'eau échappée à la décomposition. Enfin, de ce flacon partait un second tube doublement recourbé qui allait s'engager sous des cloches. L'appareil étant exactement luté, Lavoisier chauffa graduellement le tube de porcelaine, et, après l'avoir amené au rouge, il mit l'eau de la cornue en ébullition, et fit ainsi marcher l'opération pendant un certain temps; et quand elle fut jugée assez avancée, il laissa refroidir l'appareil. Enfin, on déluta le tout avec soin, et tous les produits furent pesés avec la plus grande précision. Lavoisier vit que le fer était augmenté de poids, et qu'il s'était converti en oxide noir; il vit de plus que le gaz était de l'hydrogène, et que le poids de ce gaz, ajouté à l'excédant du fer, représentait précisément la perte éprouvée par l'eau. Il en dut conclure nécessairement que l'eau était seulement composée de ces deux principes, et cela dans le rapport déterminé par les poids obtenus.

La démonstration de cette importante vérité fut un des plus grands traits de l'époque qui vit naître la Chimie moderne; elle avait été si peu pressentie, que tous les esprits en furent comme frappés d'étonnement, et que plusieurs même la repoussèrent; mais on vit bientôt les preuves se multiplier à tel point que l'incrédulité fit place à la conviction. Ce fait capital devint la source d'une foule de découvertes, et la raison humaine, fortifiée de ce nouvel appui, put atteindre et concevoir une multitude de phénomènes restés jusqu'alors inabordables. Ce serait par trop s'éloigner du but que nous nous sommes proposé, que de vouloir exposer ici l'ensemble de ces beaux résultats; le cadre de cet ouvrage ne le comporte pas, et nous devons nous interdire une plus longue digression.

Si l'eau, telle que la nature nous l'offre, n'est jamais d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pureté absolue, du moins la rencontrons-nous souvent dans un état qui s'en éloigne assez peu pour qu'on puisse l'appliquer aux divers usages domestiques; elle se reconnaît alors à sa limpidité, à la franchise de sa saveur, à la transparence qu'elle conserve pendant son ébullition, et au peu de résidu qu'elle laisse en s'évaporant. Le savon s'y dissout sans se grumeler, les légumes secs s'y cuisent sans durcir; elle louchit à peine par le nitrate d'argent, par le muriate de baryte et l'oxalate d'ammoniaque; enfin, aucun autre réactif n'y doit apporter de changement. Tels sont les caractères que possèdent les eaux potables et propres à tous les usages économiques. En général, celles-là coulent sur un sol siliceux, et n'ont point près leur origine dans des terrains calcaires.

Après avoir déterminé comment on peut s'assurer de la bonne qualité des eaux, nous allons rechercher dans quels cas il est possible d'améliorer celles qui se trouvent altérées par des substances hétérogènes, et nous observerons qu'il arrive assez fréquemment que cette altération n'est due qu'à des circonstances fortuites, dont on peut parfois prévenir et souvent détruire les effets. On sait, par exemple, que les eaux stagnantes deviennent assez ordinairement bourbeuses et infectes pendant les chaleurs de l'été. On sait encore que l'eau qu'on renferme dans des vases se putréfie au bout d'un certain temps; que son odeur et sa saveur deviennent tellement rebutantes, que la nécessité seule peut faire surmonter l'extrême dégoût que suscite leur abord. Cet état d'altération est dû à des substances organiques qui, d'abord maintenues en dissolution, ont ensuite subi une décomposition spontanée, d'où proviennent et ces combinaisons solides qui troublent la transparence de l'eau, et ces émanations fétides, suite nécessaire de la putréfaction.

Il n'est personne qui n'ait eu occasion de remarquer comment bien les eaux qui coulent ou séjournent à la surface du sol deviennent limoneuses par l'effet de pluies abondantes, et l'on sait que le repos seul suffit pour détruire ce résultat de l'agitation. Toutefois, ce moyen d'épuration n'est admissible quelquefois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on peut y consacrer un temps assez long, autrement il faut avoir recours à la filtration.

Il est facile d'y parvenir au moyen des FONTAINES FILTRANTES (*V.* ce mot). Ces simples appareils suffisent pour les besoins ordinaires; mais quand il s'agit de fournir à la consommation d'un grand nombre d'individus, ou à celle de certains Arts qui exigent une eau bien épurée, tels que les blanchisseries, les amidoneries, les teintureries et autres, on a recours alors à de grands tonneaux ou pipes, ou bien encore à de très grands caissons. A 4 pouces du fond environ, on pratique une chantepleure, et à quelques pouces au-dessus on fixe dans l'intérieur un cercle ou un support quelconque, sur lequel on place un double fond percé d'un grand nombre de petits trous; on couvre ensuite ce fond avec une grosse toile, puis on met du gravier, sur lequel on ajoute une couche de grès fin, puis du charbon grossièrement pilé, ensuite du grès et encore du charbon, et en dernier lieu un nouveau lit de sable de rivière. Il est nécessaire qu'on établisse, au moyen d'un tuyau perpendiculaire, une communication entre le double fond et la partie supérieure du tonneau, afin de faciliter les déplacemens d'air qui doivent avoir lieu. Enfin, on remplit le tonneau avec de l'eau; mais on a soin de verser doucement les premières portions, afin de ne pas mélanger les différentes couches. On abandonne au repos pendant quelque temps; on tire ensuite de l'eau à mesure des besoins, et l'on remplace autant que possible par la même quantité, afin qu'en versant on ne puisse jamais atteindre le sable et faire passer de l'eau trouble.

On prétend que l'eau ainsi filtrée a perdu une grande partie de l'air qu'elle tenait en dissolution, et que dès lors elle n'est plus aussi convenable comme boisson. Ainsi, on a conseillé, dans ce cas, de l'aérer de nouveau, en l'élevant au moyen de pompes à une grande hauteur, et la laissant retomber ensuite, sous forme de pluie, dans des réservoirs appropriés à cet usage.

Ces moyens mécaniques, qui sont très convenables lorsque l'eau n'est altérée que par des substances hétérogènes qui s'y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouvent en suspension en raison de leur grande ténuité, ne sont plus suffisans pour les eaux stagnantes et fétides dont nous avons fait mention; il s'agit alors non-seulement de les débarrasser de leur limon, mais encore de détruire cette odeur infecte qui les rend rebutantes et souvent dangereuses. Parmi tous les procédés proposés pour obvier à un si grave inconvénient, il n'en est aucun autre plus efficace que celui que nous devons à Lowitz; déjà nous l'avons indiqué en partie, il consiste simplement à ajouter un peu de charbon grossièrement pilé et bien calciné, ou mieux encore du noir d'os, d'agiter et de filtrer. Quand la proportion est suffisante, l'eau est immédiatement désinfectée, quelle que soit sa putridité. Il résulte des expériences multipliées de Lowitz, que l'acide sulfurique accélère singulièrement l'action du charbon, ou de moins qu'en y ajoutant la sienne il permet de diminuer la dose du charbon de près des deux tiers, et il est des circonstances où cet avantage devient très précieux. Dans les voyages maritimes de long cours, par exemple, cette grande économie sur la proportion de charbon à employer, mérite toute considération; car non-seulement alors l'approvisionnement nécessaire devient moindre, ce qui est très important; mais la quantité d'eau perdue à chaque filtration est plus petite, puisque cette perte est toujours relative à la masse de charbon employé qui reste imbibé; et par conséquent en diminuant la proportion du charbon, on ménage davantage une ressource qui souvent devient bien précieuse. Selon Lowitz, 3 livres 4 onces d'eau grasse exigent en général 4 onces et demie de charbon pulvérisé pour son entière purification, et ce volume de poudre occupe autant de place qu'une livre d'eau; tandis qu'en y ajoutant 24 gouttes d'acide sulfurique pour la même quantité d'eau, une once et demie de charbon suffit; ainsi, sous tous les rapports, il est convenable d'avoir recours à l'emploi simultané de ces deux agens. On ne doit d'ailleurs concevoir aucune inquiétude sur l'emploi de l'acide sulfurique, parce que d'une part la quantité en est trop minime pour exercer une influence fâcheuse sur les organes, et que de l'autre il se trouve absorbé par le charbon lui-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même, qui contient toujours une proportion suffisante d'alcali pour le saturer.

Resterait à expliquer le genre d'action que ces substances antiputrides exercent, et comment elles parviennent à faire disparaître jusqu'aux moindres traces de la décomposition. Le mode n'est sans doute pas le même pour toutes; mais il paraît certain que les acides agissent en général sur ces matières étrangères en les coagulant, c'est-à-dire en crispant leurs molécules déliées et les rapprochant sous un moindre volume, ce qui détermine leur plus prompte séparation. Cet effet ne peut être que le résultat d'une combinaison directe entre les particules organiques contenues dans l'eau et l'acide lui-même. Quant au charbon, tout porte à croire qu'il agit là comme dans la décoloration, c'est-à-dire qu'il absorbe en quelque sorte mécaniquement les molécules en suspension. Il s'en faut qu'il ait la même action sur celles qui sont en complète dissolution, car on sait que de l'eau qui a été désinfectée par ce combustible, est susceptible de se putréfier de nouveau, ce qui dénote évidemment qu'il restait encore des matières organiques en dissolution.

La végétation des plantes peut être rangée au nombre des moyens d'assainissement pour l'eau. L'expérience a démontré que des eaux stagnantes qui croupissaient et se putréfiaient habituellement pendant les chaleurs, et à tel point même que les bestiaux refusaient d'en faire usage, pouvaient devenir très salubres, si, par une cause quelconque, des plantes venaient à s'y développer. Il paraîtrait donc que les végétaux rempliraient là les mêmes fonctions que le charbon.

On a fait d'heureuses applications des principes que nous venons d'énoncer, à la conservation de l'eau destinée aux équipages des bâtimens; ainsi on a proposé, et avec raison, d'ajouter dans chaque tonneau un peu de charbon en poudre grossière, ou mieux encore, selon Berthollet, de charbonner intérieurement les douves elles-mêmes des tonneaux. Avec ces précautions, on prévient la décomposition des matières organiques, ou du moins on l'arrête, pour ainsi dire, à chaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas qu'elle tente de faire. Le charbon, sans cesse en contact avec l'eau, absorbe immédiatement les premiers produits de toute dissociation, et détruit cette espèce de levain, qui ne manquerait pas de devenir la source d'un plus grand mal. La carbonisation intérieure des tonneaux procure encore un autre avantage, c'est que les substances solubles, et altérables par l'eau que renfermait le bois, se trouvent détruites par ce commencement de combustion de toute la surface en contact, et que celle-ci ne peut plus rien communiquer; en telle sorte que si l'on avait rempli ces tonneaux avec de l'eau exempte de toute matière organique, elle s'y conserverait parfaitement et indéfiniment de la propriété particulière au charbon. L'expérience a d'ailleurs confirmé ce fait d'une manière très positive. On a embarqué de l'eau renfermée dans de grandes caisses de tôle, et l'on a observé qu'elle n'y subissait aucune altération; mais il paraît qu'en Angleterre, où ces essais ont été faits, on a été obligé de renoncer à ce moyen, en raison de la grande oxidabilité de ces vases. Peut-être pourrait-on trouver un vernis préservateur qui ne communiquerait rien de nuisible à l'eau.

On sait que les eaux pluviales, qu'on est obligé en certains pays de conserver pour les besoins, dans des citernes, s'y altèrent assez promptement, et deviennent souvent l'occasion de maladies contagieuses. Il est donc bien important pour ces contrées d'avoir recours à des moyens capables de rendre ces eaux salubres, ou de les empêcher de se détériorer. Mollinard attribue cette altération principalement à la désoxigénation de l'air contenu dans l'eau; effet produit, selon lui, par la présence de matières organiques qui se décomposent. Ce célèbre chimiste conseille de maintenir d'abord les citernes dans un grand état de propreté, de filtrer les eaux pluviales à travers du sable avant de les y faire rendre, et d'entretenir enfin des courans d'air à la surface de l'eau. Si tous ces moyens ne suffisent pas, on a recours en dernier lieu à ceux que nous avons indiqués.

L'eau qui coule sur les terrains calcaires contient toujours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une quantité notable de sels à base de chaux, et c'est là ce qui constitue cette qualité qu'on désigne sous les dénominations d'*eau crue, dure,* ou *séléniteuse*. Cette espèce, qui se rencontre très souvent, se reconnaît facilement au précipité abondant qu'elle fournit par l'addition de quelques gouttes d'oxalate d'ammoniaque. La présence de ces sels calcaires empêche le savon de s'y dissoudre, ou du moins les premières portions qui s'y délaient sont immédiatement décomposées. La chaux s'unit avec les acides oléique et margarique, pour former un savon calcaire insoluble, qui se précipite en larges flocons blancs, tandis que la soude ou la potasse contenues dans le savon, se combinent avec l'acide primitivement uni à la chaux, et il se produit un sel soluble qui reste dans l'eau. Lorsque le sel calcaire est épuisé, le savon se dissout comme dans l'eau de bonne qualité, si l'on a eu la précaution de laisser déposer le savon à base de chaux, et de décanter l'eau avant d'ajouter de nouveau savon, autrement cette combinaison insoluble viendrait se précipiter à la surface, et nuirait à son union avec l'eau.

Il est facile de rendre raison de la difficulté qu'on éprouve à cuire les alimens dans les eaux crues; car cela dépend évidemment du peu de solubilité de ces sels, qui, à mesure que l'eau s'évapore par les progrès de son ébullition, viennent se déposer à la surface des substances soumises à la coction, l'incrustent, lui donnent de la rigidité et la rendent tellement inaccessible, qu'il n'y a ni pénétration ni distention possible.

On rencontre dans les eaux crues deux espèces de sels calcaires; tantôt c'est du gypse ou sulfate de chaux, et tantôt du carbonate de chaux; celui-ci est tenu en dissolution par de l'acide carbonique. Ces espèces se reconnaissent aux caractères suivans : elles rougissent faiblement le papier de tournesol, et la couleur se rétablit par l'exposition à l'air; soumises à l'action de la chaleur, elles se troublent même avant d'avoir bouilli; elles précipitent par l'ammoniaque caustique. Les eaux séléniteuses ne jouissent pas de ces mêmes propriétés, à moins qu'elles ne contiennent en même temps les deux sels dont nous avons fait mention; mais elles sont caractérisées par le préci-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pité qu'elles donnent avec le nitrate et le muriate de baryte, précipité qui ne se redissout pas par l'acide nitrique pur.

La Chimie nous fournit des moyens simples pour rendre ces eaux sinon potables, du moins telles qu'on puisse les approprier aux autres usages économiques. Il suffit d'ajouter dans les eaux séléniteuses une très petite quantité de carbonate de soude; d'où résultent et du carbonate de chaux, qui par le repos se précipite en raison de son insolubilité, et du sulfate de soude, qui reste dans l'eau et ne peut produire aucun effet nuisible. De même en ajoutant quelques gouttes d'ammoniaque dans les eaux crayeuses, l'acide carbonique libre se trouve saturé, et le carbonate se dépose. L'ébullition peut produire un effet semblable; mais ce moyen est plus dispendieux, et ne peut s'appliquer qu'à de petites quantités.

Souvent, et nous l'avons dit, ces deux espèces de sels se trouvent réunis dans une même eau, et il faut alors avoir recours à la fois et au carbonate de soude et à l'ammoniaque. La plupart des eaux qui coulent aux environs de Paris, et qui fournissent aux besoins de cette capitale, sont dans ce cas, ainsi qu'on peut s'en assurer par le tableau ci-annexé, qui contient le résultat des analyses faites par M. Colin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMS DES EAUX.	QUANTITÉ d'eau analysée.	AIR contenu dans cette eau (a).	ACIDE CARBONIQUE contenu dans cette eau (a).	RÉSIDU provenant de l'évaporation de cette eau.	SULFATE DE CHAUX provenant de ce résidu.	CARBONATE DE CHAUX provenant de ce résidu.	SEL MARIN provenant de ce résidu.	SELS DÉLIQUESCENS provenant de ce résidu.
	litres.	centil.	centil.	gram.	gram.	gram.	gram.	gram.
De Belleville et de Ménilmontant, au regard de	15	36,17	29,50	24,735	17,040	3,830	0,347	3,518
Saint-Maur	15	40,78	32,67	17,281	6,685	3,540	0,439	6,647
Des Prés Saint-Gervais, fontaine du Chaudron.	15	37,94	23,17	10,909	6,728	2,386	0,000	1,885
De la Beuvronne, fontaine du Ponceau, à Paris.	15	35,89	19,89	9,824	3,758	2,047	0,169	1,638
De la Bièvre, avant son entrée dans Paris	15	34,22	32,44	8,180	3,050	3,856	0,000	1,275
De la Beuvronne	15	36,89	32,83	6,990	2,528	2,536	0,29	1,646
D'Arcueil, fontaine du palais de l'Institut	15	34,09	26,50	4,770	0,304	3,925	0,000	0,541
De la Thérouenne	15	43,93	36,32	3,781	0,257	2,993	0,114	0,417
Du canal de l'Ourcq (b)	15	32,72	12,22	3,390	0,269	2,882	0,144	0,095
De la Collinance	15	34,72	23,78	3,276	0,221	2,703	0,129	0,223
De la Gergogne	15	35,39	16,83	2,887	0,202	2,362	0,115	0,208
De l'Ourcq	15	36,28	12,54	2,613	0,295	1,940	0,000	0,373
De la Seine, sous Paris	15	36,28	12,54	2,426	0,761	1,494	0,000	0,171
De la Seine, au-dessus de la Bièvre	15							

(a) Comme les eaux ont été conservées dans des bouteilles jusqu'à ce qu'elles fussent devenues limpides, il serait possible que cette circonstance eût influé sur les quantités d'air et d'acide carbonique : ce qui tend à le faire croire, c'est que les quantités d'air, qui devraient être les mêmes probablement pour toutes les eaux, présentent des différences assez marquées.

(b) Formé par les eaux de l'Ourcq, de la Beuvronne, de la Thérouenne, de la Collinance, de la Gergogne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutes les fois que les eaux contiennent en dissolution un assez grand nombre de substances étrangères et en quantité notable, telle enfin qu'on ne puisse plus les employer pour les usages ordinaires, on les désigne sous la dénomination générale d'*eaux minérales* ou *médicinales*, parce qu'il arrive habituellement, dans ce cas, que les substances les plus dominantes leur communiquent certaines propriétés dont la Médecine peut tirer avantage.

Pour terminer l'examen des propriétés physiques de l'eau, il nous reste à la considérer dans ses deux autres modifications, c'est-à-dire à l'état de glace et à l'état de vapeurs. Déjà nous avons dit que ces deux manières d'être dépendaient de la proportion de calorique combiné qu'elle contenait. Ainsi, on sait que pour solidifier de l'eau, il suffit d'en abbaisser convenablement la température, et qu'il faut au contraire la soumettre à l'action d'une chaleur assez vive pour la réduire en vapeurs.

L'eau solide ou la glace jouit d'une propriété remarquable et qu'il importe beaucoup de connaître, car elle occasionne souvent de grands dommages, contre lesquels il faut être en garde; je veux parler de sa moindre densité. La plupart des corps, comme nous avons déjà eu plusieurs fois occasion de le remarquer, sont d'autant plus dilatés qu'ils contiennent plus de calorique, et réciproquement. On connaît quelques exceptions à cette règle générale, et l'eau en offre un exemple. Cependant elle se contracte d'abord comme les autres, à mesure de son refroidissement; mais, arrivée à 4° au-dessus de zéro, elle subit un mouvement rétrograde qui se continue progressivement jusqu'au moment de sa congélation. On rend difficilement compte de ce singulier phénomène. On s'était d'abord imaginé en trouver une explication plausible, en disant que l'air contenu dans l'eau, devenu moins soluble à cette température, tendait à s'échapper, et qu'en reprenant sa forme élastique, il écartait les molécules de l'eau et augmentait son volume; mais l'expérience démontre que l'eau entièrement purgée d'air éprouve la même dilatation. Il a donc fallu avoir recours à d'autres hypothèses, et maintenant on a généralement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

admis que cette dilatation, qui va, selon Mairan, jusqu'à un quatorzième du volume de l'eau à zéro, était due à un arrangement différent de molécules, et que cette nouvelle disposition déterminée par la tendance à la cristallisation, commençait à se manifester un peu avant la congélation. Quoi qu'il en soit, il résulte souvent de grands inconvéniens de cet accroissement de volume; ainsi, lorsque l'eau est renfermée dans un espace quelconque au moment de sa congélation, sa force expansive est telle, qu'elle déchire ou brise ordinairement tout ce qui lui sert d'enveloppe. Buot a fait rompre par ce moyen un canon de fer d'un doigt d'épaisseur. Il n'est personne qui n'ait vu des vases de différentes matières brisés par cette même cause, et l'on sait que la petite quantité d'eau qui s'introduit dans les fissures des pierres, détermine souvent leur rupture pendant les fortes gelées. On connaît également le grand préjudice que cette force expansive de la glace occasionne aux végétaux, lorsqu'un froid très vif vient les saisir au moment où leurs vaisseaux séveux sont gorgés de sucs. Enfin, l'eau en se congelant fait souvent rompre les tuyaux de conduite qui la renferment; et c'est un bien grand inconvénient, contre lequel on ne saurait trop se prémunir dans les établissemens. Les meilleurs moyens sont de soustraire ces canaux au contact de l'air, en les garnissant de corps peu conducteurs de la chaleur. Lorsqu'on établit des conduites d'eau avec des tuyaux en plomb, on doit donner la préférence à ceux qui sont tirés à la filière; car ils ont le grand avantage sur les tuyaux soudés, de se dilater également, et de pouvoir céder, sans rompre, à l'effort produit.

Les corps solides absorbent, dans leur transition à l'état de liquide, une certaine quantité de calorique, qui s'y fixe pour y disparaître en quelque sorte, et devenir ce qu'on nomme *latent*. C'est à cette combinaison intime de la matière de la chaleur qu'on doit attribuer la constance de température qui a lieu pendant tout le temps que dure la fusion d'un corps. Cet effet se remarque surtout pendant la liquéfaction de la glace, et l'on a profité de la stabilité de cette température pour éta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blir un des points fixes de l'échelle thermométrique de notre graduation. Une autre application bien importante est celle qui dérive du froid qu'on peut se procurer par la glace, et qui est plus considérable que ne le comporterait un simple équilibre de température. En effet, d'après ce que nous venons de voir, de la glace à zéro aura exigé une quantité de calorique assez considérable pour son seul changement d'état, et si cette liquéfaction a dû se faire aux dépens des corps environnans, ceux-ci auront nécessairement fourni une grande portion de leur chaleur naturelle. On sait qu'un poids déterminé de glace à zéro, exige pour sa liquéfaction une quantité de calorique égale à celle qui serait nécessaire pour élever le même poids d'eau de zéro à 75°. On peut encore augmenter la faculté refroidissante de la glace, en lui ajoutant des corps qui en hâtent la liquéfaction en raison de leur grande affinité pour l'eau. Ce sont ordinairement des sels, et particulièrement les muriates de soude, d'ammoniaque, le salpêtre, etc. qu'on emploie pour cet objet. (*V.* Froids artificiels.) On sent que plus le changement d'état est prompt, et plus l'abaissement de température dans un temps donné doit être considérable, car bien que la quantité de calorique nécessaire soit toujours la même, si elle ne doit être livrée en quelque sorte successivement, l'air ambiant dans lequel les corps sont placés en fournira une partie, tandis qu'ils seront appelés à la subvenir, si la liquéfaction est subite.

D'après ce qui précède, on voit que tous les corps solides qui jouissent de la propriété de se liquéfier promptement lorsqu'ils sont placés en circonstances convenables, doivent produire comme la glace, un abaissement de température plus ou moins considérable pendant leur fusion, et qu'il doit en être de même pour les liquides qui passent subitement à l'état solide ou de vapeurs. On en trouvera des exemples nombreux dans l'article déjà cité des Froids artificiels. On se sert rarement de ces différentes substances, et ce n'est guère qu'à défaut de glace qu'on y a recours; mais comme on en a surtout besoin dans la saison où il ne s'en produit pas, on est obligé de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conserver dans des cavités qu'on garantit autant que possible de toute influence extérieure. (*V.* GLACIÈRES.) Il est cependant des circonstances où il devient bien important de pouvoir y suppléer, ou mieux encore d'en produire artificiellement. Le docteur Ure affirme, dans son Dictionnaire de Chimie, avoir appliqué en grand et avec succès le procédé de M. Leslie. Voici la description qu'il donne de son appareil, dans son article *Congélation* : « En indiquant à mes élèves les différentes mo-» difications de ce système de congélation, j'ai l'habitude, » depuis plusieurs années, de recommander l'emploi d'une » série de plaques de fonte de fer, que l'on peut attacher à la » machine avec des vis et des robinets. Chacune de ces plaques » peut être munie d'un récipient, de sorte que l'on peut, avec » une seule machine pneumatique, exécuter à la fois un grand » nombre de congélations. Un grand tambour en fonte de fer, » que l'on remplit de vapeur en y chauffant une petite quan-» tité d'eau, en déplacera l'air assez pour produire le vide » nécessaire; lorsqu'on a refroidi par affusion d'eau, en fixant » à sa partie supérieure un des robinets qui tiennent aux pla-» ques de fonte, cela suffirait pour produire sans machine, au » moyen de l'acide sulfurique, la congélation dans l'atmosphère » raréfiée. Supposons que la capacité du récipient soit $\frac{1}{60}$ de » celle du cylindre de fonte, il suffira d'un tour du robinet pour » porter en un moment une raréfaction d'air à ce degré dans » le récipient; et en le fermant, l'humidité du dessous sera sé-» parée, et l'acide condensera rapidement la petite quantité de » vapeurs qui se trouve dans le récipient. »

On peut aussi, à l'aide de certains mélanges, produire un froid capable de congeler l'eau dans les saisons les plus chaudes; mais il faut, pour y bien réussir, prendre quelques précautions que nous allons indiquer. Il est à remarquer, d'abord, qu'on atteindra d'autant plus facilement le but proposé, qu'on partira d'une température plus basse. Ainsi, le premier soin à prendre doit être d'agir dans le milieu le plus froid possible, et d'y maintenir tout ce qui doit servir à cette opération, pendant un temps suffisant pour qu'il y ait eu équilibre produit; il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faut avoir de plus égard à l'état de division des matières, car leur réaction et leur dissolution sera d'autant plus prompte, et par conséquent l'abaissement de température d'autant plus prononcé, que les molécules seront dans un plus grand état de ténuité. Cela posé, on réunit dans un vase peu conducteur et en proportion convenable toutes les substances nécessaires; on en fait promptement le mélange, et l'on plonge dans son milieu l'eau qu'on veut refroidir; mais il faut avoir eu la précaution de la mettre dans un vase très mince et très conducteur, afin que sa chaleur se dissipe le plus promptement possible. On doit en outre lui imprimer un mouvement suffisant pour que toutes ses particules se mettent d'équilibre. Comme on sait par avance ce qu'un mélange donné peut produire de froid, il est facile de s'apercevoir, au moyen d'un thermomètre, du point où l'on aura atteint le *maximum* d'abaissement. M. Vauquelin a dernièrement fait connaître l'analyse d'une mixture saline employée en Angleterre pour cet objet; elle est composée de 57 parties de muriate de potasse, 32 de muriate d'ammoniaque, et 10 de nitrate de potasse, le tout exactement mélangé dans 4 parties d'eau : on obtient par ce moyen un abaissement de 15° du thermomètre de Réaumur. Ainsi, en supposant qu'on opère dans une cave à 12°, on aurait 3° au-dessous de zéro, et par conséquent production de glace. On pourrait encore obtenir le même résultat avec des circonstances beaucoup moins favorables; il suffirait d'employer une plus grande quantité de matières, et d'avoir recours à la méthode que j'ai indiquée à l'article Alcool, et qui consiste à refroidir d'abord, par un premier mélange, tout ce qui doit servir à en faire un deuxième, et d'agir avec célérité, afin d'éviter autant que possible l'influence de l'air ambiant; on arriverait ainsi nécessairement, par ces mélanges successifs, à déterminer un abaissement de température assez considérable pour produire de la glace.

Pour terminer cet article, nous devons faire mention en ce qui nous concerne, de l'emploi de l'eau dans son état de vapeurs, et nous aurons peu de choses à en dire, car on sait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que ses plus utiles applications sont du ressort de la Physique, et que nous ne devons pas nous en occuper ici.

L'eau, pour être portée à l'état de vapeurs, a besoin du degré de chaleur nécessaire à son Ébullition (*V.* ce mot); et une fois arrivée à ce point, elle a une influence des plus marquées sur la plupart des corps; c'est alors qu'elle les pénètre avec tant de facilité, qu'elle en dissout les particules, et les prédispose à de nouvelles combinaisons. C'est ce que nous avons eu occasion de remarquer dans le Blanchissage a la vapeur. On peut aussi consulter à cet égard l'article Acide sulfurique, et l'on verra quel rôle essentiel la vapeur joue dans cette opération. Souvent aussi elle détermine un effet en quelque sorte tout contraire; c'est ainsi qu'on s'en sert dans la teinture, pour faire pénétrer plus avant et mieux fixer certaines matières colorantes dans les tissus.

On a fréquemment recours à la vapeur d'eau pour ramollir certains corps durs et pouvoir les attaquer plus facilement ensuite par d'autres agens, ou bien en extraire par simple expression des principes qui s'y trouvaient trop solidement emprisonnés. C'est ainsi qu'on expose les semences de lin et de cacao au contact de la vapeur, afin d'en isoler les corps huileux qu'elles renferment.

La Médecine a tiré aussi un parti fort avantageux de l'emploi de la vapeur d'eau, non plus au degré élevé de son ébullition, mais alors que, devenue vapeur sensible, elle a abandonné une grande partie de sa température, et qu'elle tend à se précipiter sur tous les corps environnans. Dans cet état elle conserve encore assez de chaleur pour ramollir l'épiderme, déterminer une transpiration cutanée abondante, et faciliter ainsi la déjection de matières morbifiques qui occasionnaient quelques ravages à l'intérieur. (*V.* Bain.)

C'est surtout comme véhicule d'une grande quantité de chaleur que la vapeur d'eau est devenue l'objet des plus heureuses applications dans les Arts. C'est par son moyen qu'on peut échauffer des étuves d'une manière constante et régulière, qu'on peut porter des corps jusqu'à la température de 100 degrés, sans les soumettre à l'action inégale et souvent destructive

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un foyer. Cette innovation est devenue une des plus notables améliorations de l'art de la teinture. Nous ne nous étendrons pas davantage sur ces points essentiels, qui feront l'objet d'articles spéciaux. R.

EAU DE COLOGNE. Cette préparation a long-temps joui d'une grande célébrité; ses inventeurs lui avaient attribué de nombreuses et de merveilleuses propriétés; c'était une véritable panacée qui devait triompher de toutes les maladies. Malheureusement l'expérience ne s'est point trouvée d'accord avec cette belle renommée, et tout s'est réduit à posséder des qualités communes à toutes les eaux spiritueuses et aromatiques, c'est-à-dire qu'elle est tout simplement tonique : aussi est-elle à peu près bannie du nombre des médicamens, et n'en fait-on guère usage que pour la toilette et comme aromate; mais, sous ce rapport, elle est d'un très grand emploi.

Il existe une foule de recettes pour préparer l'eau de Cologne, et chacun prétend à l'avantage de posséder la véritable. Je vais en rapporter une qui m'a été confiée depuis long-temps, et qu'une personne digne de confiance m'a assuré tenir de *Farina* lui-même. Je la copie textuellement.

Recette de Farina pour la véritable eau de Cologne.

R. 120 pots d'eau-de-vie.

Sauge	6 gros.
Thym	
Mélisse sèche	12 onces.
Menthe	
Calamus aromaticus	4 gros.
Racine d'angélique	2 gros.
Camphre	1 gros.
Pétales de roses	4 onces.
— de violettes	
Fleurs de lavande	2 onces.
— d'oranger	4 gros.
Grande absinthe	1 once.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Noix muscades	4 gros.
Clous de girofle	
Cassia lignea	
Macis	

Deux citrons et deux oranges coupées par morceaux. Laissez macérer pendant 24 heures, distillez au bain-marie et retirez 80 pots.

Ajoutez dans le produit :

Essence de citron	1 once 4 gros.
— de cédrat	
— de mélisse	
— de lavande	
Néroli	4 gros.
Essence de semence d'anthos	
Essence de jasmin	1 once.
— de bergamote	12 onces.

Filtrez et conservez pour l'usage.

Comme on recherche bien moins maintenant dans l'eau de Cologne un médicament utile qu'un aromate agréable, on en a beaucoup simplifié la composition, et parmi les nombreuses recettes qui existent pour cette préparation, il en est quelques-unes qui prescrivent une simple solution de diverses essences dans l'alcool. Cependant il est nécessaire de savoir que le procédé de la distillation est toujours préférable, parce que l'union est plus intime et le bouquet mieux fondu.

Le *Codex* de Paris donne la recette suivante :

R.	Huile volatile de bergamote	100 grammes.
	— de citron	
	— de cédrat	
	— de romarin	50 grammes.
	— de fleur d'oranger	
	— de lavande	
	— de cannelle	25 grammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dissolvez dans alcool à 36°.....	12 kilogrammes.
Eau de mélisse composée.....	1k,500
Esprit de romarin.....	1 kilogramme.

Laissez macérer pendant dix jours, et faites distiller au bain-marie jusqu'à obtention des $\frac{4}{5}$ du poids total ajoutez ensuite :

Eau de Bouquet.....	500 grammes.

Cadet-Gassicourt propose, dans le Dictionnaire des Sciences médicales, de la préparer comme suit :

R. Alcool à 32°.....	2 litres.
Néroli.....	24 gouttes.
Essence de cédrat.....	
— d'orange.....	
— de citron.....	
— de bergamote.....	
— de romarin.....	

Ajoutez semences de petit cardamum 2 gros, distillez au bain-marie, et retirez les trois quarts de l'alcool.

La recette suivante ne prescrit point de distillation :

R. Alcool à 32°.....	1 litre.
Essence de citron.....	2 gros.
— de bergamote.....	
— de cédrat.....	1 gros.
— de lavande.....	$\frac{1}{2}$ gros.
— de fleur d'oranger.....	X gouttes.
Teinture d'ambre.....	X gouttes.
— de musc.....	$\frac{1}{2}$ gros.
— de benjoin.....	3 gros.
Essence de roses.....	2 gouttes.

Agitez le tout et filtrez.

Cette variété de composition donne nécessairement des différences dans les produits, et c'est au consommateur à faire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

choix de ce qui lui plaît le plus. Toutes les eaux de Cologne jouissent de la propriété connue de devenir laiteuses par l'addition de l'eau, parce que toutes contiennent des huiles essentielles qui, ne pouvant rester en dissolution, tendent à se précipiter et forment une sorte d'émulsion dans cet état de division extrême. R.

EAU-DE-VIE (*Commerce*). Nom qu'on donne vulgairement au produit de la distillation du vin et des liqueurs alcooliques, destinées à être bues. Il serait superflu de revenir ici sur ce qui a été dit à ce sujet en plusieurs endroits de notre Dictionnaire; on trouvera aux mots ALCOOL, ARÉOMÈTRE, DISTILLATION, DISTILLATEUR, ALAMBIC, tout ce qui peut intéresser le commerçant, le chimiste et le consommateur, sur la fabrication des eaux-de-vie de diverses espèces, les procédés pour les imiter ou aromatiser, les diverses proportions d'alcool et d'eau qu'on y admet, l'usage des termes d'*esprits trois cinq, trois six, trois sept, preuve de Hollande*, etc. Mais un point qu'il importe de traiter ici, c'est la manière dont à l'avenir les droits seront perçus par le fisc sur les liqueurs alcooliques; car depuis la publication de l'article ARÉOMÈTRE (T. II, pag. 111), le gouvernement a substitué au mode de perception vague et injuste dont nous avions fait sentir les défauts, un procédé équitable et simple, en ordonnant que le droit serait réglé sur la quantité d'*alcool absolu* que renferme le liquide, déduction faite de l'eau qui s'y trouve combinée. Il convient donc de rectifier ici ce que les changemens éprouvés depuis peu à cet égard, obligent les commerçans à bien connaître pour leur intérêt.

Les eaux-de-vie et liqueurs alcooliques en cercles paient un droit d'entrée de $81^{fr},40$ *par hectolitre d'alcool absolu*, dont 30^{fr} sont pour l'état, et $43^{fr},40$ pour l'octroi; et en outre on ajoute le dixième, ce qui porte le droit à $89^{fr},54$ pour 100 litres d'alcool pur, environ 18^{s} par litre, ou $6^{fr},82$ par velte de 7,61 litres. Les fruits à l'eau-de-vie, liqueurs spiritueuses de toutes espèces, paient le droit de 18 sous par bouteille, sans déduction de l'eau contenue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour régulariser la perception de ce droit, il a donc été nécessaire d'avoir des moyens d'évaluer la quantité d'alcool contenue dans un liquide à toutes les températures de notre climat. Plusieurs personnes en ont offert les moyens au gouvernement, et l'Académie des Sciences ayant été consultée, on a adopté l'instrument qu'a présenté M. Gay-Lussac, auquel il a donné le nom d'*alcoomètre centésimal*. Il a la forme d'un aréomètre ordinaire; mais les degrés de son échelle sont marqués d'après des expériences spéciales. Ce savant physicien a préparé, avec tout le soin qu'il donne à ses travaux, diverses liqueurs, dans lesquelles les proportions d'alcool et d'eau variaient suivant des doses connues: les densités de ces liquides étant différentes, laissaient sortir la tige de l'aréomètre au-dessus du niveau, de quantités dont il tenait note sur un étalon. L'échelle s'y trouvait ainsi marquée de divisions indiquant des proportions croissantes d'alcool; par exemple, 10, 20, 30, volumes égaux d'alcool sur 100 du mélange, à la température de 15° centigrades, ou 12° de Réaumur. En divisant les espaces intermédiaires, très inégaux d'ailleurs, en parties égales, on a pu avec la précision dont les aréomètres sont susceptibles, avoir les quantités d'alcool absolu contenues dans des liqueurs de richesses différentes. On est assuré, par exemple, qu'à cette température, le liquide spiritueux qui marque à l'alcoomètre 51 contient 51 parties d'alcool pur sur 100 en volume, et par conséquent 49 d'eau. C'est à peu près la force de l'eau-de-vie preuve de Hollande. Le zéro de l'échelle répond au niveau de l'immersion dans l'eau pure, et le 100e degré au niveau dans l'alcool absolu.

Les alcoomètres répandus dans le commerce sont tous construits sur cet étalon adopté par le gouvernement; la plupart des ingénieurs les fabriquent très bien; mais ceux qui sortent de l'établissement que dirige M. Gay-Lussac, sont les seuls qu'emploie la régie des contributions indirectes, qui lui en a accordé la fourniture comme indemnité de ses recherches. On en vend chez diverses personnes, et particulièrement chez M. Robiquet, rue des Fossés-Saint-Germain-l'Auxerrois, n° 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'est nécessaire de faire marquer à ces instrumens que de 30 à 95 degrés, parce que ces limites renferment toutes les liqueurs alcooliques du commerce; et même on en fabrique dont l'échelle a une moindre étendue, pour que l'instrument puisse marquer des fractions de degrés et acquérir plus de sensibilité. Les degrés vont en croissant numériquement de bas en haut, vers le bas, les espaces qui séparent les divisions sont beaucoup moins larges; celles-ci s'écartent à mesure que la richesse alcoolique s'accroît (*V.* ce que nous avons dit a ce sujet T. II, pag. 110); cet instrument paraît peu propre à mesurer les richesses des liqueurs qui contiennent beaucoup d'eau.

Ainsi, qu'un tonneau de 524 litres contienne de l'esprit à 71 degrés de l'alcoomètre : puisque les 71 centièmes de ce volume sont de l'alcool pur, en multipliant 524 par 0,71, on trouve que 372 litres sont passibles du droit de 89^{fr},54 par hectolitre; multipliant ces deux nombres, on trouve 333,10 pour le droit d'entrée, en y comprenant le dixième.

Tant que la température reste à 15°, l'instrument suffit à tous les besoins; mais si le degré thermométrique vient à s'élever, d'une part le volume du liquide s'accroît, et de l'autre l'instrument s'enfonçant davantage, donne un degré plus élevé. Si l'on négligeait de faire la correction de température, le droit serait donc trop fort, tant parce qu'on supposerait la richesse alcoolique trop grande, que parce que le volume serait aussi trop considérable. Dans le cas d'un refroidissement, ce serait le contraire qui aurait lieu; de là, la nécessité de faire des corrections à ces deux nombres. M. Gay-Lussac a publié un opuscule où l'on trouve des tables propres à opérer ces réductions. Comme ce savant n'a pas indiqué la loi d'après laquelle il les a formées, il y a lieu de croire qu'il a consulté l'expérience pour les construire; d'autant plus qu'on remarque que les résultats ne présentent pas ces variations régulières qu'il semble qu'on doit trouver, et qu'altèrent légèrement les petites imperfections de l'observation actuelle, avec un instrument aussi peu précis de sa nature que l'est l'aréomètre. Ces tables sont donc empiriques, ce qui exclut la possibilité de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouver une loi simple et régulière qui en comprenne les résultats. Cependant, si l'on veut résoudre ces sortes de questions par les tables consignées dans notre ouvrage, nous avons montré, au mot ARÉOMÈTRE, que rien n'est plus facile. En effet, la connaissance du degré à l'aréomètre de Baumé ou de Cartier, et celle de l'état de la température, une fois obtenues par expérience, on en conclut la densité de la liqueur; et par suite la quantité d'alcool et d'eau qui la composent (*Voyez les tables*, T. I, pag. 274).

Au reste, examinant les tables de M. Gay-Lussac, il est facile, en négligeant quelques dixièmes, qui ont ici peu d'importance, de trouver une loi approchée qui exprime la *richesse alcoolique* d'une liqueur, c'est-à-dire combien 100 litres en contiennent d'alcool pur réduits à la température de 15 degrés. La formule est

$$Richesse = c \mp 0{,}4\,t,$$

c étant le degré de l'aréomètre, et t le degré centésimal de la température au-dessus de 15°; on prend le signe inférieur quand le thermomètre est au-dessous de ce terme 15°. Ainsi, lorsque l'alcoomètre marque 70°, et le thermomètre 25°, on fait $c = 70$, $t = 10$, et l'on a *richesse* $= 66$, c'est-à-dire que 100 litres n'en contiennent que 66 en alcool pur. Nous devons cependant prévenir que le facteur 0,4 n'est pas tout-à-fait exact, surtout pour les degrés inférieurs, auxquels derniers esprits sont très faibles, et presque jamais employés dans le commerce.

L'instruction de M. Gay-Lussac donne une table de comparaison des degrés de son instrument comparé à celui de Cartier. Un long usage de ce dernier a rendu indispensable aux personnes qui se livrent à ce genre de commerce, les moyens de comparer le nouveau mode d'appréciation de la force des esprits avec celui que la régie avait employé jusqu'à ce jour; mais il m'a paru qu'il s'était glissé une petite erreur dans cette table. Du temps de Baumé, et l'on en voit la preuve dans les plaintes qu'il a faites au sujet du plagiat dont il était victime

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le niveau de l'eau pure marquait 10° à l'aréomètre de Cartier; c'est ce qui a déterminé M. Gay-Lussac à marquer ce terme de correspondance dans sa table : mais il est de fait que, par des motifs qu'il est aisé de concevoir, l'intérêt du fisc a changé postérieurement ce point de départ, et l'aréomètre dont se servait dernièrement la régie, marquait en effet 10° $\frac{3}{4}$ dans l'eau, et non plus 10° (*V.* T. II, pag. 116) comme du temps de Baumé. L'instrument de Cartier n'étant établi d'après aucune base certaine, rien n'était plus simple que de faire cette sorte de variation dans l'échelle. M. Gay-Lussac a cependant adopté pour base de sa table de comparaison l'échelle qui subsistait du temps de Baumé. Ainsi, il y aura une modification à faire à la table de correspondance de l'aréomètre de Cartier avec l'alcoomètre; mais on sent que cet objet est de peu d'importance. Voici quelques termes de cette correspondance qui pourront servir à déterminer les autres; A signifie degrés de l'alcoomètre, et C degrés de Cartier,

38 A	26 $\frac{3}{4}$ C = 72 A	36,5 C = 91 A
50	29 = 77	38,5 = 94
58	30,5 = 80	40 = 96
65	33,5 = 86.	

Je terminerai en disant que je m'étais mis au nombre des concurrens qui offraient à la régie un aréomètre propre à évaluer la quantité d'alcool contenu dans les liqueurs. M. le rapporteur de l'Académie des Sciences a loué mon travail, mais a donné la préférence à l'alcoomètre. L'amitié dont m'honore mon illustre confrère Gay-Lussac, me rend aisé de donner des éloges à ses utiles travaux; toutefois, je pense que le nouvel instrument, propre seulement à la perception du droit, aurait pu être remplacé par un aréomètre applicable à tous les liquides et à toutes les températures, sans qu'il en soit résulté plus d'embarras dans l'emploi; ce qui certainement aurait eu un grand avantage, en dispensant de se servir de plusieurs unités propres à la mesure des densités, évaluées par l'aréomètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le gouvernement n'a entendu frapper du droit d'entrée que les liqueurs alcooliques destinées à être bues; celles qu'on emploie en peinture, pour les vernis, etc., ne devraient pas être sujettes au droit; mais le fisc perçoit la moitié du tarif. Pour constater que ces liquides sont en effet réservés à ces derniers usages, il faut qu'on y ajoute des substances qui y soient solubles et les rendent imbuvables, telles que l'essence de térébenthine, le camphre, etc. La dose de celles-ci est de une demi-livre ou un quart de kilogramme par hectolitre. F.

EAU-FORTE. *V.* ACIDE NITRIQUE.

EAU-FORTE DE CALLOT, ou EAU-FORTE A PASSER (*Technologie*). Cette liqueur, qui porte le nom du célèbre graveur Callot, était connue de Piranési, qui l'employait aussi dans ses gravures, qu'on admire encore de nos jours. Cette liqueur n'est point de même nature que celle qu'on trouve dans le commerce qu'on nomme *eau-forte*, et qui n'est autre chose que de l'acide nitrique; c'est un composé dans lequel cet acide n'entre pour rien. J'avais depuis long-temps la recette de l'eau-forte de Callot et celle de Piranési, qui se rapprochent beaucoup quant à la composition, mais qui cependant ne sont pas identiques. Je me suis procuré de cette liqueur chez les marchands qui la fournissent aux graveurs; après l'avoir analysée avec beaucoup de soin, j'en ai composé de nouvelle d'après les doses que j'ai reconnues par l'analyse; je l'ai donnée à un graveur qui est dans l'habitude de s'en servir; il l'a comparé à celle qu'il achète et il m'a assuré que celle que je lui ai donnée est pour le moins aussi bonne que l'autre, et qu'il la croit même meilleure. Il prétend, m'a-t-il dit, qu'elle mord plus promptement.

Voici la composition de cette *eau-forte*, telle que je l'ai donnée au graveur :

8 parties acide acétique faible, ou vinaigre fort;
4 *Id.* sous-deutacétate de cuivre, ou vert-de-gris (1).

(1) On peut remplacer le vert-de-gris cristallisé par le verdet (acétate neutre), en doublant la dose de celui-ci, et diminuant de moitié celle du vinaigre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4 *Id.* chlorure de sodium, sel marin;
4 *Id.* hydrochlorate d'ammoniaque, sel ammoniac;
4 *Id.* sulfate d'alumine et d'ammoniaque, alun;
16 *Id.* d'eau.

On pile bien exactement les substances solides, on les délaie dans le vinaigre, on ajoute l'eau, et l'on porte à l'ébullition; on laisse ensuite refroidir et l'on filtre.

On emploie cette liqueur de la manière suivante : lorsque la planche a été exposée pendant un certain temps à l'action de l'acide nitrique suffisamment étendu d'eau, d'après les procédés qu'emploie le Graveur, et que nous détaillerons à ce mot, il enlève l'Acide nitrique; il lave ensuite, à plusieurs reprises, et avec de l'eau pure, sa planche, jusqu'à ce qu'il n'y reste plus d'acide, et la dessèche parfaitement; après cela il verse dessus la liqueur dont nous venons de donner la composition, et la promène sur toute la surface, en inclinant la planche continuellement dans tous les sens, afin que les traits soient sans cesse nettoyés, et que l'espèce de boue qui s'accumulerait sur différens points sans cette précaution, n'empêche pas la liqueur d'agir sur le trait du cuivre, qui doit toujours rester à nu. On sentira, lorsqu'on aura lu l'article Graveur en taille douce, que ce liquide ne peut pas se répandre hors de la planche, puisqu'elle est entourée d'un cadre en cire d'environ un pouce de hauteur; que de plus, cette eau corrosive ne peut attaquer que le cuivre qui est à découvert, puisque tout le reste de la surface est couvert d'un vernis inattaquable aux acides.

Les graveurs n'appellent plus ce liquide *eau-forte de Callot;* ils le nomment *eau-forte à passer.* Ils s'en servent pour enfoncer les traits, lorsque l'acide nitrique étendu d'eau les a d'abord tracés jusqu'à un certain point. Comme l'*eau-forte à passer* ne mord pas aussi promptement que l'acide nitrique, le graveur ne court pas d'aussi grandes chances en l'employant, pour terminer son ouvrage, que lorsqu'il achève sa gravure avec l'Acide nitrique. L.

EAU RÉGALE. *V.* Acide hydro-chloro-nitrique, T. I, p. 96.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EAU-SECONDE (*Technologie*). Deux substances liquides totalement différentes portent cependant le même nom, ce qui souvent peut avoir les plus grands inconvéniens, dont le moindre serait, sans contredit, de ne pas s'entendre, et de manquer une opération quelquefois très pressante. Nous allons indiquer les moyens de les distinguer.

Les Orfèvres, et plusieurs autres artistes, appellent *eau-seconde,* sans autre distinction, l'Acide nitrique étendu d'eau en différentes proportions, mais le plus ordinairement par parties égales. Pourquoi s'obstinent-ils à ne pas vouloir le désigner sous le nom d'*acide nitrique étendu* à la moitié, au tiers, au quart, au huitième, etc.? Cela éviterait des quiproquo souvent funestes, et l'on connaîtrait de suite la proportion dans laquelle les deux liquides sont mélangés.

Les Peintres, de même que d'autres artistes, emploient un liquide qu'ils nomment *eau-seconde,* sans autre désignation. Cette liqueur n'est autre chose qu'une lessive caustique de potasse ou de soude, connue aussi sous le nom de Lessive des Savonniers. Pourquoi ne pas lui conserver exclusivement cette dernière dénomination, qui éviterait toute espèce d'incertitude?

EAUX DISTILLÉES. On en distingue de deux sortes sous les dénominations d'*eaux distillées inodores* et d'*eaux distillées aromatiques;* les unes et les autres sont usitées en Médecine; mais on pense, en général, que celles qui sont dépourvues de leur n'ont aussi aucune vertu médicinale. Cependant quelques habiles praticiens ont prétendu les réhabiliter dans l'opinion, et ils ont affirmé qu'elles jouissaient de propriétés bien marchées lorsqu'elles étaient convenablement préparées. M. Déjeux, qui s'est beaucoup occupé de cet objet, dit que pour que ces eaux possèdent quelque efficacité, il faut qu'elles soient pourrées des principes volatils contenus dans ces plantes, et que comme ils ne se retrouvent qu'en petite quantité dans celles qu'on nomme *inodores,* on n'y parvient bien que par la *cohobation,* c'est-à-dire en redistillant le produit d'une première opération sur une nouvelle dose de la même plante, et recom-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mençant ainsi une troisième, une quatrième, et même une cinquième fois, jusqu'à ce qu'enfin le produit n'ait plus rien gagné dans la dernière distillation. C'est ainsi que ce célèbre pharmacologiste est parvenu à obtenir de l'eau de laitue vireuse, décidément calmante, de l'eau de petite centaurée d'une odeur vive et pénétrante. M. Delunel, à qui nous devons aussi beaucoup de recherches sur les eaux distillées, a proposé, comme moyen plus efficace, de distiller les plantes inodores sans addition d'aucune quantité d'eau, et à la chaleur modérée du bain-marie. Ce procédé est long et dispendieux; mais il mériterait sans doute la préférence, si ces sortes de médicamens étaient réellement jugés de quelque valeur. Quoi qu'il en soit, il fournit comme le précédent des produits tellement chargés de principes, qu'ils sont d'une difficile conservation, et qu'on doit par conséquent les renouveler souvent.

Les eaux distillées aromatiques doivent, suivant l'opinion la plus répandue, leurs propriétés à la présence d'une certaine quantité d'huile volatile qu'elles enlèvent à la substance d'où elle provient. Il est certain cependant, ainsi que j'ai eu l'occasion de le faire remarquer en d'autres lieux, que plusieurs d'entre elles ne doivent pas uniquement leur odeur et très probablement leurs propriétés à ces huiles essentielles. On connaît en effet plusieurs plantes ou parties de plantes qui fournissent, par leur distillation avec l'eau, des produits d'une odeur différente de celle que possède l'huile volatile de cette même substance. On peut citer pour exemple l'eau distillée de fleurs d'oranger, dont l'odeur ne ressemble point à celle du néroli; il en est de même pour l'eau de valériane et quelques autres. Si nous observons en outre que beaucoup de plantes très aromatiques, comme la tubéreuse, le jasmin, etc., ne contiennent cependant pas d'huiles essentielles, il en faudra bien conclure que ces corps ne sont pas toujours la cause de l'odeur des végétaux. C'était d'après ces considérations que j'avais cru devoir revenir sur les idées émises à cet égard par les anciens. Ils admettaient dans chaque corps un principe odorant particu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lier, auquel ils donnaient le nom d'Arôme, et que Boerhaave appelle *esprit recteur*. (*V.* Arôme.)

La plupart de ces eaux aromatiques ne sont pas seulement employées en Médecine ; on en fait aussi un fréquent usage dans l'art de la parfumerie, et pour ce dernier objet il est surtout essentiel qu'elles soient dépourvues de cette odeur empyreume qu'elles possèdent lorsqu'elles ont été mal préparées. Il est donc essentiel d'apporter du soin et quelques précautions dans ces opérations; j'ai déjà indiqué, au mot Distillation, comment on pourrait obvier à cet inconvénient, et j'ai dit que le meilleur moyen était de mettre les substances à distiller dans un vase construit comme les bains-marie ordinaires, mais fermé seulement avec une toile métallique, en telle sorte que l'eau de la cucurbite puisse y pénétrer de toutes parts. On conçoit qu'alors la distillation se fait réellement à la vapeur, mais que les matières sur lesquelles on agit ne peuvent venir se déposer sur les parois de la cucurbite, et qu'on évite par conséquent toute altération que pourrait déterminer l'application immédiate de la chaleur. Les produits qu'on obtient ainsi ont une grande supériorité sur les autres; on réussit même encore en ne faisant pas plonger dans l'eau cette espèce de bain-marie, c'est-à-dire qu'il doit être assez peu profond pour ne pas atteindre l'eau de la cucurbite. Par cette disposition, les substances qu'on soumet à la distillation ne sont point immergées, et elles se trouvent seulement exposées à la vapeur de l'eau bouillante, ce qui conserve au produit toute la pureté de son parfum.

Les eaux distillées, ainsi que nous venons de l'observer, deviennent d'autant plus difficiles à conserver qu'elles sont plus chargées en principes ; aussi doit-on les renouveler très fréquemment, et prendre d'ailleurs toutes les précautions convenables pour qu'elles s'altèrent le moins possible. Ce qui réussit le mieux dans ce cas, c'est de soustraire ces eaux à l'influence de la lumière, et d'entretenir un courant d'air à leur surface, ou de n'en laisser séjourner aucune portion ; de là dérive cet usage pratique généralement adopté, de les conserver dans des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

endroits peu éclairés, et de laisser à leur surface une légère couche de leur huile essentielle. Quant à celles dites *inodores*, et qui sont dépourvues d'huile, il vaut beaucoup mieux donner un libre accès à l'air, que d'en confiner une partie à leur surface, car l'expérience a démontré que dans ce cas l'eau s'altérait promptement. Il paraît qu'après un certain temps de séjour, l'air se trouve vicié, et qu'il renferme des émanations qui deviennent une sorte de levain, et décident une plus prompte altération; ou bien il se pourrait encore que cet effet ultérieur provint de ce que les premiers produits de la décomposition qu'éprouvent les eaux hermétiquement fermées, ne pouvant s'échapper aussitôt dans l'air, se trouvent forcés de rester et de se dissoudre dans les eaux, et que leur présence devienne un germe destructeur. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'on a vu souvent des eaux distillées, même aromatiques, qui étaient entièrement putréfiées et recouvertes d'une pellicule noire, se réhabiliter et reprendre leur odeur par la seule exposition au contact de l'air; et l'on sait qu'un des meilleurs moyens de conserver ces eaux, est de les recouvrir avec un simple papier percé de quelques trous d'épingles : l'air peut alors circuler librement, balayer sans cesse la surface du liquide, et le maintenir toujours dans le même état de pureté.

Il paraît assez bien à rétablir des eaux distillées gâtées, en ajoutant par pinte un grain environ de borax et autant d'alun. Le résultat de la réunion de ces deux sels un précipité floconneux qui clarifie et décolore un peu ces eaux; mais ce moyen ne peut être appliqué que dans la parfumerie, parce que cette addition, toute minime qu'elle est, laisse cependant quelque chose d'étranger qui peut modifier le médicament. Il est certaines eaux distillées, et particulièrement celle de fleurs d'oranger, qui deviennent très acides par leur décomposition; et le moyen que je viens d'indiquer serait insuffisant; mais je crois que la magnésie conviendrait assez bien dans ce cas, et je regarde même comme certain qu'on préviendrait ce genre d'altération en ajoutant d'avance un peu de cette base. Cela du moins m'a très bien réussi dans des circonstances analogues :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

j'ai souvent conservé par ce moyen du lait et du petit-lait pendant long-temps.

Rouelle, et depuis lui Descroizilles, ont proposé, pour mettre à même de renouveler plus fréquemment les eaux distillées aromatiques, de conserver, avec du sel, les fleurs, qui en font ordinairement la base. Ainsi, ils prescrivent de pétrir pendant quelques minutes, une partie de fleurs avec demi-partie de sel marin, et de renfermer le tout dans un vase très propre. Descroizilles affirme que les produits qu'on obtient par la distillation des fleurs ainsi conservées, sont beaucoup plus suaves que par le procédé ordinaire.

Lorsqu'on substitue dans ces distillations l'alcool ou l'eau-de-vie à l'eau simple, on nomme les produits *eaux distillées spiritueuses;* telles sont celles de mélisse, de cannelle, l'eau vulnéraire, l'eau de Cologne, etc. Comme ces liqueurs alcooliques entrent en ébullition à une moindre chaleur, on en opère ordinairement la distillation au bain-marie; et lorsque les substances qu'on veut traiter par ce moyen sont assez dures et compactes pour se laisser pénétrer difficilement par l'alcool, on les laisse macérer pendant quelques jours avant de les soumettre à la distillation. R.

EAUX MINÉRALES. On nomme *eaux minérales* ou *médicinales*, celles qui contiennent des substances étrangères en assez grande proportion pour avoir une action marquée sur l'économie animale. Il en existe un très grand nombre, et les substances qui s'y rencontrent sont assez variées; elles se réduisent cependant aux suivantes :

Oxigène.
Azote.
Acide carbonique.
sulfureux.
sulfurique.
nitrique.
hydrosulfurique.
borique.
Silice.
Soude.
Chlorure de sodium.
de potassium.
Sulfure hydrogéné de soude.
Borate de soude.
Carbonate de soude.
de potasse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Carbonate de chaux.
de magnésie.
d'alumine.
de fer.
de manganèse.
d'ammoniaque.
Sulfate de soude.
de chaux.
de magnésie.
d'alumine.
de fer.
de cuivre.
de manganèse.
Nitrate de potasse.
de chaux.
de magnésie.
Hydrochlorate de baryte.
de chaux.
Hydrochlorate de magnésie.
d'alumine.
de manganèse.
d'ammoniaque.
Hydrosulfate de soude.
de chaux.

Nota. On pourrait ajouter à cette série quelques autres substances, que M. Berzelius a trouvées dernièrement dans les eaux du Sprudel, mais à la vérité en quantités extrêmement petites. Ce sont :

Le fluate de chaux.
Le carbonate de strontiane.
Le phosphate de chaux.
Le phosphate d'alumine avec excès de base.
La magnésie pure.

Parmi tous ces corps, il n'en est qu'un petit nombre qui coexistent dans une même eau. On en rencontre rarement au-delà de huit à la fois, encore n'en est-il qu'un ou deux qui, se trouvant en proportion plus forte ou d'une énergie plus grande que les autres, décident de la propriété médicale de l'eau qui les contient. Il est donc bien important de pouvoir reconnaître ces substances et en déterminer les proportions relatives; mais il serait assez difficile, sans entrer dans de grands détails, de prescrire des règles certaines à cet égard; cependant nous tâcherons de retracer les plus essentielles.

Lorsqu'on veut procéder à l'examen méthodique d'une eau minérale, on commence par prendre en considération toutes les circonstances accessoires qui sont susceptibles d'éclairer sur leur composition, et de guider dans les moyens d'analyse auxquels on doit avoir recours. Il faut donc avoir égard d'abord à la nature du sol d'où sourdit l'eau qu'on veut examiner; car, pour me servir de l'expression de notre célèbre Vauquelin,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les sources sont de véritables sondes, qui ramènent à la surface de la terre un échantillon des couches qu'elles ont traversées; ainsi, on peut juger des unes par les autres. On doit ensuite porter son attention sur les qualités les plus apparentes. Une eau est ou trouble ou transparente au moment de son émission; dans le premier cas, et c'est le plus rare, l'eau charrie quelques matières qui n'y demeurent qu'en simple suspension. Le plus ordinairement, les eaux surgissent dans un état de limpidité qui annonce une solution parfaite de tout ce qu'elles contiennent. Tantôt cette limpidité se conserve malgré le séjour dans l'air, d'autres fois elle est presque immédiatement détruite, et l'on voit l'eau abandonner un sédiment ocreux ou blanchâtre, signe certain de la présence d'un carbonate métallique ou terreux, tenu jusqu'alors en dissolution par un excès d'acide carbonique, qui ne pouvant se maintenir à la simple pression atmosphérique, abandonne l'eau pour prendre l'état de fluide élastique.

La couleur du limon qui recouvre le bassin de la source, peut aussi offrir des indices utiles, car il est formé en grande partie aux dépens de l'eau elle-même. On doit y supposer l'existence du fer, lorsqu'il est d'une teinte de rouille; la couleur noire dénote aussi ordinairement la présence du même métal, mais alors il est uni au soufre. Les incrustations blanchâtres sont dues en général à du carbonate calcaire. L'odeur de l'eau sert aussi à découvrir quelques-uns des corps qu'elle contient; celle des œufs pourris décèle toujours la présence de quelques combinaisons sulfureuses. La saveur peut encore offrir à ceux qui ont acquis quelque habitude en ce genre, des caractères capables de les éclairer; certains sels de soude et de magnésie donnent de l'amertume; le fer communique un goût stiptique particulier connu sous le nom d'*atramentaire*; l'acide carbonique, lorsqu'il domine, laisse dans la bouche une impression piquante et une saveur aigrelette, qui masque toutes les autres. Enfin, il est bon de constater aussi la pesanteur spécifique, pour savoir *à priori* si l'eau est plus ou moins chargée de substances solubles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A cette première investigation en succède une deuxième, qui consiste dans l'essai préliminaire par certains agens chimiques, qui dénotent non-seulement la présence de tel ou tel corps, mais qui indiquent en outre approximativement leur rapport, et cet examen devient de la plus grande utilité pour l'opérateur qui sait en apprécier toutes les données; ce qui suppose non-seulement qu'il connaît à l'avance quels sont les réactifs auxquels il doit avoir recours pour découvrir l'existence de telle ou telle autre matière, mais qu'il sait en quelque sorte lire dans les effets produits, et reconnaître les causes qui peuvent influer sur leurs modifications. Tout cela ne s'acquiert, comme on le prévoit, que par la grande habitude de ce genre d'essais, et par conséquent il est très difficile de prescrire rien de positif à cet égard. Nous ne pouvons donc établir ici que quelques données capables de servir de bases, mais insuffisantes dans plusieurs cas. Voici comment on procède ordinairement à ces essais.

On commence par s'assurer, à l'aide de papiers réactifs, si l'eau qu'on examine possède quelques caractères d'acidité ou d'alcalinité. Si elle contient de l'acide carbonique libre, comme cela arrive assez fréquemment, alors le papier bleu de tournesol est légèrement rougi; mais exposé à la chaleur ou simplement à l'air, il reprend sa nuance primitive à mesure que l'acide se volatilise. Si l'on veut d'ailleurs acquérir une preuve plus certaine de la présence de cet acide, on remplit un matras de cette eau, on y adapte, à l'aide d'un bouchon bien ajusté et luté, un tube à trois courbures également rempli de la même eau, et on le met en communication avec une éprouvette renversée sur une cuve et remplie de mercure; on soumet ensuite l'eau à l'ébullition; le gaz acide carbonique et les autres fluides élastiques qui peuvent être contenus dans cette eau, se dégagent et vont se réunir dans l'éprouvette. Si la présence de l'hydrogène sulfuré n'a point été indiquée par l'odeur fétide qui le caractérise, ces gaz recueillis ne peuvent être que de l'oxigène, de l'azote et de l'acide carbonique; celui-ci sera promptement absorbé par l'agitation, si l'on fait passer dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'éprouvette quelques fragmens de potasse caustique. On conçoit que si l'on fait cette épreuve dans un tube gradué, la proportion exacte de cet acide se trouvera déterminée par là même, en supposant toutefois qu'on ait eu la précaution de prendre le poids ou le volume de l'eau employée à l'expérience. Il en serait absolument de même par rapport à l'azote et à l'oxigène contenus, qui forment l'un et l'autre le résidu sur lequel la potasse n'a point de prise; et il ne resterait, pour en connaître le rapport, qu'à faire passer une quantité déterminée de ce résidu dans une petite cloche courbe, dans laquelle on introduirait quelques parcelles de phosphore; chauffant le tout ensuite à la flamme d'une lampe à esprit de vin, le phosphore en brûlant ferait entièrement disparaître l'oxigène, et laisserait l'azote parfaitement isolé.

Quant à l'hydrogène sulfuré, sa présence est suffisamment constatée par l'odeur qui lui est particulière; cependant on peut encore s'en assurer davantage à l'aide des dissolutions de plomb ou d'argent, qui donnent un précipité noir lorsqu'on en verse quelques gouttes dans le liquide. On emploie souvent de préférence des papiers imprégnés de ces dissolutions.

Si l'on voulait déterminer d'une manière précise la quantité d'hydrogène sulfuré, alors il faudrait avoir égard au cas particulier dans lequel on se trouve, car il se peut que ce corps soit ou libre ou combiné, ou bien encore qu'une portion soit libre et une autre combinée, et le procédé d'analyse doit être modifié dans chacune de ces circonstances.

Pour assigner la proportion d'hydrogène sulfuré contenu dans une eau, plusieurs auteurs prescrivent de soumettre celle-ci à l'ébullition, et de faire passer le gaz au travers d'une dissolution d'acétate acide de plomb ou de cuivre. Le sulfure métallique qui se produit donne par son poids celui du soufre, et l'on en déduit la quantité d'acide hydrosulfurique; mais cette méthode n'est exacte que dans le cas où tout l'hydrogène sulfuré est libre, car on sait que les hydrosulfates donnent par l'ébullition une portion de leur acide, qui vient se confondre avec celui qui était dégagé de toute combinaison. Ainsi,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce procédé n'est applicable que dans le cas où l'on veut réunir la quantité totale d'hydrogène sulfuré, quelle que soit sa manière d'être dans l'eau qu'on examine, encore faudrait-il alors ajouter un peu d'acide sulfurique ou muriatique pour déterminer la décomposition complète des hydrosulfates; mais si l'on veut distinguer l'hydrogène sulfuré libre de celui qui est combiné, il faut nécessairement suivre une autre marche. M. Chevreul conseille, pour arriver à ce but, de faire passer un poids déterminé de l'eau qu'on veut analyser, dans une éprouvette pleine de mercure, et de faire en sorte que la capacité de l'éprouvette soit à peu près partagée entre l'eau et le mercure. On agite de temps à autre; le soufre se porte sur le métal, et l'hydrogène devient libre. On mesure ce gaz en le transvasant dans un tube gradué, et l'on conclut de son volume celui de l'hydrogène sulfuré qui l'a fourni. Cette opération ne doit être regardée comme achevée que quand l'eau ne noircit plus, après un assez long séjour, le mercure qu'on agite de nouveau avec elle. Tout l'acide hydrosulfurique devenu libre étant ainsi séparé, on essaie l'eau par une solution de plomb, d'argent ou de cuivre, et si l'on obtient encore un précipité noir, c'est une preuve certaine qu'elle contient un hydrosulfate dont il est facile de connaître la proportion en versant un léger excès d'acétate acide de cuivre, recueillant et pesant exactement le précipité formé. M. Chevreul emploie de préférence un courant de chlore, qui convertit en acide sulfurique le soufre de l'hydrogène sulfuré; il détermine ensuite, au moyen du muriate de baryte, la quantité d'acide sulfurique formé, et par suite celle de soufre et celle de l'hydrogène sulfuré qu'il représente.

Il est encore une substance gazeuse qui se trouve parfois, mais bien rarement, en dissolution dans certaines eaux qui avoisinent les volcans; c'est l'acide sulfureux. Celles qui en contiennent sont caractérisées par une acidité assez prononcée, et par une légère odeur de soufre en combustion. Si elles ne contiennent ni acide sulfurique ni sulfates, elles ne précipitent pas par les sels de baryte; mais elles acquièrent cette propriété

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en y faisant passer du chlore, qui transforme l'acide sulfureux en acide sulfurique. Il serait toujours facile, au moyen d'une opération préliminaire, d'estimer à part la portion d'acide sulfurique libre ou combiné qui préexisterait dans cette même eau; il suffirait pour cela d'en prendre un poids connu et d'y verser un peu de muriate de baryte; alors le précipité obtenu répondrait exactement à la question proposée.

La solubilité assez prononcée du gaz acide sulfureux ne permet guère de pouvoir l'obtenir à l'état de fluide élastique. Cependant cette méthode se trouve indiquée dans quelques auteurs; mais elle n'est pas susceptible d'exactitude.

Nous ne pensons pas avoir besoin d'observer que toute analyse ou mesure de gaz suppose qu'on a égard et à la pression atmosphérique et à la température sous lesquelles on opère. Il faut toujours ramener à la pression de $0^m,76$ et à la température de 0°, parce que ce sont là les données qui entrent comme bases à toutes les analyses fondamentales.

Nous avons cité le sous-carbonate d'ammoniaque au nombre des substances qu'on rencontre quelquefois dans certaines eaux qui contiennent originairement des matières organiques ou qui en reçoivent le long de leur cours. L'eau de la Seine, dans les temps de sécheresse et de chaleur, se trouve dans ce cas. Ce carbonate ne peut coexister avec des sels à bases terreuses ou métalliques, autres que des carbonates, ainsi leur présence est nécessairement exclue par la sienne. Il est d'autant plus essentiel d'être averti de la présence de ce sel dans l'eau, qu'il se volatilise à la chaleur de l'ébullition, et qu'il se dissiperait sans qu'on s'en aperçût. Il est d'ailleurs facile de s'assurer de son existence par le caractère d'alcalinité que présentent ces eaux, et la propriété qu'elles ont de perdre cette alcalinité par la chaleur. On peut en déterminer exactement la proportion en distillant dans des vaisseaux de verre une quantité connue de cette eau ammoniacale, et mettant dans le récipient un peu d'acide hydrochlorique étendu; on poussera la distillation jusqu'à évaporation d'un tiers environ du liquide; on évapore à une douce chaleur et jusqu'à siccité le produit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contenu dans ce récipient. Le poids du résidu donne la quantité de muriate d'ammoniaque formé, et par suite celle du carbonate contenu dans l'eau.

Après avoir indiqué les moyens qu'on doit mettre en usage pour reconnaître la présence des substances volatiles qui peuvent être contenues dans l'eau et en déterminer la proportion, il nous reste à dire comment on parvient à isoler les divers produits fixes qu'une même eau peut tenir en dissolution. L'essai par les réactifs doit surtout ici précéder l'analyse définitive, et ce n'est qu'après avoir reconnu l'existence de la plupart des corps qui se trouvent réunis, qu'on peut être fixé sur la marche qu'il convient d'adopter. Nous allons rappeler les principaux essais à faire.

Parmi les acides qui ont été trouvés à l'état de liberté dans les eaux naturelles, on cite les acides sulfurique et borique; celui-ci se reconnaît promptement à la propriété dont il jouit de se cristalliser en petites paillettes micacées par le refroidissement de la liqueur concentrée. Quant à l'acide sulfurique, il porte avec lui une acidité si tranchée, que cette propriété seule suffit pour le distinguer, surtout si l'on connaît l'eau qui le contient. On peut s'en assurer plus positivement en trempant un papier dans la liqueur et le soumettant à l'action de la chaleur : on voit le papier se charbonner à mesure que l'eau s'évapore.

La soude est la seule base qui ait été rencontrée à l'état de liberté dans quelques eaux; il paraît qu'elle facilite la dissolution des matières organiques; mais sa présence exclut les sels à bases terreuses ou métalliques, si ce n'est une petite quantité de carbonate de chaux ou de magnésie. Les eaux qui contiennent cet alcali ont la propriété de verdir le sirop de violettes, de ramener au bleu la couleur du tournesol rougi, et elles conservent ce caractère malgré une ébullition soutenue, ce qui n'aurait pas lieu, comme il a été observé plus haut, si l'alcalinité était due à du carbonate d'ammoniaque. On peut d'ailleurs séparer la soude si elle est réellement à l'état caustique, en faisant évaporer à siccité et en vaisseaux clos,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puis reprenant le résidu par l'alcool concentré; ce véhicule entraîne la soude en solution, et on la reconnaît à sa très grande causticité et à la manière dont elle se comporte avec l'air, dont elle absorbe l'acide carbonique pour le transformer en sous-carbonate blanc et cristallisé. Si on la sature par l'acide sulfurique, elle donne le sel de Glauber ordinaire, toujours facile à reconnaître à ses longs prismes striés et efflorescens.

Viennent actuellement les combinaisons salines, et ce sont les plus nombreuses; mais il est assez aisé de les distinguer entre elles au moyen des réactifs, surtout pour celles dont les bases sont insolubles.

Après s'être assuré par l'ébullition qu'une eau ne contient pas de sous-carbonates terreux ou métalliques, ou après les avoir séparés, si elle en contient, on cherche à reconnaître quels sont les acides qui entrent dans la composition des sels qui restent, et pour cela on verse d'abord dans une petite quantité de cette eau quelques gouttes de solution d'un sel barytique quelconque, ou même de baryte : s'il se forme immédiatement un précipité blanc très divisé et insoluble dans un excès d'acide nitrique ou muriatique purs, cela dénote évidemment la présence d'un sulfate, en supposant toutefois qu'on ait constaté *à priori*, par les moyens ci-dessus indiqués, que cette eau ne contenait pas d'acide sulfurique libre.

On est de même certain de la présence d'un chlorure ou d'un hydrochlorate, toutes les fois que le nitrate d'argent produit dans l'eau soumise à l'examen un précipité blanc caillebotté, et sur lequel l'acide nitrique pur n'a point de prise, mais que l'ammoniaque dissout parfaitement; et l'on juge approximativement, comme dans le cas précédent, de la proportion de ces sels par le volume plus ou moins grand du précipité qui se produit.

Nous ne possédons aucun réactif capable de déceler d'avance la présence de l'acide nitrique en combinaison, parce que tous les nitrates connus sont solubles, et ce n'est que par l'examen du résidu de l'évaporation qu'on peut s'apercevoir de l'existence de cet acide. On commence par s'assurer si ce résidu fuse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lorsqu'on le projette sur les charbons ardens, puis on en introduit une certaine quantité dans une petite cornue tubulée, à laquelle on adapte un matras à long col; on verse une quantité suffisante d'acide sulfurique sur ce résidu légèrement humecté, et l'on distille à une chaleur assez modérée pour ne pas vaporiser l'acide sulfurique lui-même; on sature le produit de la distillation par de la potasse, on évapore, on fait cristalliser, et le poids du nitre obtenu donne, d'après l'analyse connue de ce sel, la quantité d'acide nitrique contenu dans l'eau examinée.

Quant aux carbonates à bases terreuses ou métalliques, nous avons dit qu'ils n'étaient retenus en dissolution qu'à la faveur d'un excès d'acide carbonique, et que l'ébullition déterminait leur séparation : une fois isolés, il devient bien facile de reconnaître leur nature à l'aide des moyens que nous allons indiquer plus bas.

Il en est des bases fixes comme des acides, on ne peut reconnaître dans les solutions que celles qui sont susceptibles de former des combinaisons très insolubles. La chaux et la magnésie sont dans ce cas; mais on ne peut constater de la même manière la présence de la potasse et de la soude, qu'on rencontre assez fréquemment aussi dans les eaux minérales; il faut nécessairement, pour les reconnaître, obtenir les sels dont elles font partie.

L'acide oxalique et les oxalates solubles donnent sur-le-champ dans les eaux qui contiennent un sel calcaire quelconque, un précipité grenu blanc très fin, et qui reste long-temps en suspension.

Les sels magnésiens ne sont pas aussi faciles à déterminer que les précédens, parce que d'une part ils sont susceptibles de s'unir à d'autres et de former des sels doubles qui jouissent d'assez de solubilité pour ne pas se manifester dans une liqueur très étendue, et que d'un autre côté plusieurs des combinaisons insolubles de la magnésie ont leurs analogues également insolubles pour la chaux, en sorte qu'il est assez difficile de distinguer ces deux bases l'une de l'autre. Voici néanmoins comment on y parvient: on verse dans l'eau qu'on veut essayer,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et qui a été séparée des carbonates insolubles qu'elle pouvait contenir, une solution de carbonate saturé de potasse; la chaux qui pourrait rester dans la liqueur se trouve précipitée à l'état de carbonate, tandis que la magnésie est retenue en solution. On filtre, on soumet à l'ébullition; le carbonate de magnésie se décompose et passe à l'état de sous-carbonate, qui est insoluble, et se précipite par conséquent.

Lorsque l'ammoniaque est à l'état salin, il faut, pour la mettre en évidence, évaporer à siccité une portion de l'eau dans laquelle on la soupçonne, et broyer le résidu qu'on obtient, avec un peu de potasse, de soude ou de chaux caustique; alors elle se met en expansion, et on la reconnaît à son odeur. On admet généralement que dans les eaux minérales ferrugineuses le métal y existe, ou bien à l'état de carbonate, et alors il est retenu en dissolution par un excès d'acide carbonique, ou bien à l'état de sulfate. Dans le premier cas on peut, comme pour le carbonate de chaux, éliminer le carbonate de fer au moyen de l'ébullition, mais le sulfate ne se sépare point ainsi, et de là résulte que si une eau, après une ébullition soutenue, continue à indiquer par les réactifs la présence du fer, on en conclut que ce métal est nécessairement contenu à l'état de sulfate. Néanmoins, il résulterait d'observations récentes faites par M. Lonchamp, que le fer qui se précipite de certaines eaux par l'ébullition, n'y est pas nécessairement contenu à l'état de carbonate; et M. Vauquelin a constaté, d'un autre côté, que l'hydrogène sulfuré pouvait retenir du fer en dissolution, et qu'alors ce métal n'était reconnaissable par aucun réactif; l'eau minérale qui lui a présenté ce caractère laissait déposer dans les bouteilles qui la renfermaient un sédiment noir assez abondant.

Après tous ces essais propres à faire reconnaître la présence de la plupart des corps qui peuvent se trouver réunis dans une même eau, reste à les isoler les uns des autres et à en déterminer la proportion respective. Déjà nous avons indiqué la marche à suivre pour les substances volatiles; ainsi, nous n'avons plus à nous occuper que des produits fixes. On les obtient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'abord collectivement par la seule évaporation de l'eau ; mais cette opération, toute simple qu'elle est, exige néanmoins beaucoup de soins. Premièrement, on ne doit se servir pour cet objet que de vases à surfaces polies et inaltérables ; tels sont ceux de platine, d'argent ou de porcelaine ; autrement on s'exposerait soit à ne pas pouvoir enlever la totalité du résidu, soit à y introduire quelque chose d'étranger. Ensuite il est essentiel de ne jamais pousser la chaleur jusqu'à déterminer l'ébullition, sans quoi une partie du liquide serait projetée au dehors, et cela nuirait évidemment à l'exactitude du résultat. Enfin on doit prendre toutes précautions pour ne pas laisser tomber des ordures dans le vase évaporatoire pendant tout le cours de cette longue évaporation, ce qui nécessite d'une part de placer son fourneau dans un lieu assez clos pour que l'air soit peu agité, et de l'autre de recouvrir la capsule avec une gaze fixée sur un petit cerceau ; et afin de laisser plus d'issues aux vapeurs, on pose ce disque sur deux baguettes qu'on met en travers sur la capsule. Il faut avoir soin en outre de tiser le feu le moins possible, et de mettre la capsule à distance quand on a besoin de nettoyer le fourneau.

L'évaporation une fois terminée, on recueille toute la portion du résidu qu'on peut facilement détacher, puis avec un peu d'eau distillée et à l'aide de l'index, on lave le vase soigneusement, on fait dessécher ce lavage dans une petite capsule, on réunit le tout et l'on pèse très exactement. Il est bien entendu que la quantité d'eau sur laquelle on opère, aura été scrupuleusement déterminée, et qu'on en aura évaporé assez pour obtenir au moins une vingtaine de grammes de produit, ce qui suppose qu'on a fait un essai préliminaire pour être guidé sur ce point.

Ce résidu pouvant être très variable dans sa composition, on ne peut pas prescrire une marche susceptible de s'appliquer à tous les cas particuliers ; il faut nécessairement faire quelques éliminations, afin de simplifier la question ; et comme nous avons déjà indiqué de quelle manière on doit s'y prendre pour analyser les eaux sulfureuses, nous supposerons que celles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont il est ici question ne le sont pas. Cela posé, il est à remarquer que parmi les substances fixes qu'on rencontre dans les eaux, les unes sont déliquescentes, c'est-à-dire très solubles, et que les autres le sont beaucoup moins. Les premières jouissent, comme on sait, de la propriété de se dissoudre dans l'alcool : ainsi, ce véhicule offre un moyen de partager les produits en deux séries.

On prend donc un poids déterminé, 10 grammes par exemple, du résidu de l'évaporation ; on l'introduit dans un flacon très propre, et l'on verse sur ce résidu quatre ou cinq fois autant d'alcool bien rectifié, on bouche, on agite à diverses reprises; on décante à l'aide d'une pipette, on passe au travers d'un petit filtre pesé, on verse une nouvelle dose d'alcool, on agite comme précédemment ; on réitère ces lavages jusqu'à ce que l'alcool n'enlève plus rien. On les réunit tous, on sépare l'alcool, et l'on obtient un nouveau résidu, qu'on pèse également. Celui-ci ne peut contenir que des hydrochlorates de chaux ou de magnésie, des nitrates à mêmes bases, de la soude caustique si l'eau en renfermait, une partie seulement de l'hydrochlorate d'ammoniaque et du chlorure de sodium qui peuvent se rencontrer dans le premier résidu, parce que ces deux sels sont peu solubles, et que cette petite quantité n'est même entraînée qu'à la faveur des autres. Tels sont, parmi tous les produits fixes qui ont été trouvés jusqu'alors dans les eaux minérales, les seuls qui soient susceptibles d'être dissous par l'alcool ; encore est-il vrai de dire que pour que la soude en fît partie, il faudrait qu'elle fût caustique, ce qui est excessivement rare, et alors même qu'il en serait ainsi, elle se carbonaterait nécessairement pendant le cours de l'évaporation, à moins que cette évaporation ne se fasse en vaisseaux clos; et, une fois carbonatée, elle ne se dissout plus dans l'alcool. On doit observer en outre qu'il y a bien peu d'eaux minérales qui contiennent des nitrates, et qu'il en est de même pour l'hydrochlorate d'ammoniaque; ainsi, on voit que le plus ordinairement le nombre des corps dissous par l'alcool est assez restreint. Supposons cependant que ce résidu soit composé d'hydrochlorates de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaux, de magnésie et de soude, de nitrates de chaux et de magnésie. Voici, dans ce cas, la marche que M. Thenard conseille de suivre : on redissout d'abord dans l'eau une quantité connue de ces sels, puis on verse dans cette solution du sous-carbonate d'ammoniaque en excès; les sels calcaires et ceux de magnésie sont décomposés. On filtre pour recueillir le carbonate de chaux qui s'est précipité; on lave avec le plus grand soin, on sèche et l'on pèse le carbonate pour en déduire ensuite le poids de la chaux. D'autre part on évapore la dissolution à siccité, et l'on calcine au rouge le résidu; les sels à base d'ammoniaque se volatilisent, et il ne reste dans le creuset que du muriate de soude et de la magnésie caustique. On reprend par l'eau, le sel marin se dissout; on filtre pour séparer la magnésie, on évapore pour obtenir le sel. Il ne s'agit plus maintenant que de déterminer les proportions d'acides nitrique et muriatique qui étaient unies aux deux bases qu'on a isolées. Pour cela, on fait dissoudre dans l'eau une autre portion du même résidu, on verse dans cette solution du nitrate d'argent en léger excès. On réunit sur un filtre le précipité de chlorure d'argent qui se produit; et lorsqu'il est parfaitement sec, on le pèse, et d'après sa composition, on détermine la quantité d'acide hydrochlorique qu'il représente; on défalque de cette quantité celle qui appartient à la portion de muriate de soude recueillie. Le reste était nécessairement combiné à la chaux et à la magnésie, dont on connaît déjà la proportion; mais nous avons supposé aussi l'existence des nitrates de chaux et de magnésie. Ainsi, on doit trouver un excès de ces bases par rapport à la quantité d'acide hydrochlorique, et la différence appartient nécessairement aux nitrates. On pourra donc en déduire, d'après la composition connue de ces sels, la quantité d'acide nitrique qui leur était combiné. Il serait d'ailleurs possible de l'obtenir directement en faisant bouillir, comme l'a proposé M. Chevreul, un poids déterminé du résidu alcoolique délayé dans l'eau et mélangé d'une quantité suffisante de phosphate d'argent, et soutenant l'ébullition jusqu'à ce qu'il ne reste plus d'hydrochlorate dans la liqueur. On filtre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on concentre, puis on achève le traitement de la manière qui a été indiquée ci-dessus pour s'assurer de la présence des sels. On a donc d'une part le poids des acides, et de l'autre celui des bases; mais on ne saurait assigner d'une manière précise dans quel ordre ces corps sont unis.

Nous n'avons fait mention dans l'article précédent que des substances fixes solubles dans l'alcool; il nous reste à parler de celles que ce véhicule n'a point attaquées; elles sont très nombreuses; on en peut supposer environ une quarantaine qu'on ne rencontre jamais à la vérité toutes à la fois, et il en est certaines qu'on trouve beaucoup plus souvent réunies que d'autres; mais il n'en est pas moins très difficile de donner une méthode générale d'analyse; toutefois, voici la marche que l'on suit ordinairement: on reprend par l'eau bouillante tout ce que l'alcool n'a point attaqué, et l'on obtient un nouveau résidu, sur lequel nous reviendrons plus tard. On filtre la dissolution, on la soumet à l'évaporation, et l'on pousse jusqu'à siccité; puis on reprend par l'eau froide, qui redissout le tout, excepté le sulfate de chaux qui pourrait se rencontrer dans ce mélange; on le sépare soigneusement et l'on en note le poids. Si nous admettons maintenant qu'il y ait en outre de ce sel des sulfates de soude et de magnésie et du sel marin, on évaporera de nouveau à siccité, et l'on traitera le produit à diverses reprises par de l'alcool à 0,875, qui dissoudra seulement le sel marin. Cette solution sera mise de côté pour être évaporée à part, et l'on reprendra par l'eau distillée le résidu des solutions alcooliques, puis l'on partagera cette nouvelle dissolution aqueuse en deux poids égaux. Dans la première on versera de l'hydrochlorate de baryte, et dans l'autre du carbonate de soude: par ce moyen l'on obtiendra deux précipités, l'un de sulfate de baryte, dont le poids fera connaître la proportion de l'acide sulfurique combiné à la soude et à la magnésie; et l'autre sera formé de carbonate de magnésie, qui, lavé, séché et calciné, donnera la quantité de cette base, et par suite celle de son sulfate.

Relativement à la portion du résidu alcoolique que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bouillante n'a point attaqué, il se compose ordinairement de silice et d'oxides métalliques. On traite le tout par l'acide muriatique; la silice reste seule; on sépare ensuite les oxides contenus dans la dissolution par les moyens connus.

Nous nous bornerons à ce très simple exemple (1), sans doute fort insuffisant; mais avec la plus légère réflexion, on verra que ce serait prendre un soin superflu que de vouloir les compliquer et les multiplier davantage. Les eaux minérales sont si nombreuses, et leur composition si variée, que quelque supposition qu'on puisse faire, on arriverait bien rarement à un cas précisément semblable à celui dont le lecteur pourrait avoir besoin. Je dirai même qu'il est peut-être, dans l'état actuel, plus nuisible qu'utile d'assigner des méthodes générales d'opérer. Elles doivent bien plutôt naître des circonstances elles-mêmes, ou du génie de l'opérateur, que de l'empirisme. Ne voit-on pas presque toujours, en effet, celui qui a pu s'ouvrir une route nouvelle, arriver à des résultats jusqu'alors inespérés? D'ailleurs, nous sommes encore trop éloignés du vrai dans ce genre de recherches, pour pouvoir en fixer les bases, et c'est ce que nous démontrent, d'une manière bien évidente, quelques analyses modernes. Chaque jour nos instruments se perfectionnent et nos moyens s'accroissent; ainsi, nous avons tout à espérer des nouvelles investigations qu'on pourra entreprendre sur cet important sujet. C'est aux hommes de la science qu'il appartient d'exploiter les dernières veines de cette mine féconde, d'où doivent découler encore une foule de vérités nouvelles et utiles. C'est à eux d'atteindre, par des analyses plus rigoureuses, à l'explication plausible de ces phénomènes que présentent quelques eaux minérales; problèmes qui intéressent tout-à-la-fois la Chimie, la Géologie et la Médecine. Plus nous avançons, et moins il nous est permis d'ajouter de confiance à la plupart des analyses de nos devan-

(1) On pourra consulter, avec beaucoup d'avantage, un très bon Mémoire de M. John Murray, sur l'analyse des eaux minérales, inséré dans le 6e volume des Annales de Chimie et de Physique, page 155.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciers. Une sorte de révision générale devient donc indispensable pour offrir des données plus précises sur la composition de ces eaux, et ne pas s'exposer, comme on le fait quelquefois, à ne donner que de grossières imitations. N'eût-on pas dû, avant de songer à composer de toutes pièces des eaux minérales, chercher à les mieux connaître? Nous croyons copier fidèlement l'ouvrage de la nature, et nos efforts trop souvent impuissans ne servent qu'à déceler notre ignorance. Toutefois, il ne faut pas perdre courage; et si l'un de nos plus habiles analystes, le célèbre Vauquelin, a eu raison, après avoir découvert la nouvelle substance organique contenue dans les eaux de Vichy, de dire qu'on était tenté de sourire de pitié en comparant l'œuvre du créateur avec nos infidèles copies, espérons néanmoins que des hommes de génie réussiront encore à nous révéler d'autres secrets, et que nous arriverons tôt ou tard à reproduire artificiellement et avec exactitude, la plupart des eaux minérales naturelles. Il convient sans doute, en attendant ces heureux résultats, d'être extrêmement réservés à cet égard, car chaque jour nous découvrons de nouvelles erreurs et nous apercevons les graves inconvéniens qui en sont les suites nécessaires. Pour n'en citer qu'un exemple, je rappellerai encore les eaux de Vichy : il est notoire que la plupart des fabricans les surchargent d'acide carbonique presque autant que les eaux de Seltz, et cependant cette eau naturelle en contient à peine au-delà de la quantité nécessaire à la saturation complète de la soude qu'elle renferme. Qu'on juge ensuite si une eau qui contient un excès notable d'acide, peut agir de la même manière que celle dont l'alcali est presque à nu; qu'on ajoute à cela le défaut de cette matière albumineuse que M. Vauquelin y a récemment découverte, et l'on cessera d'être surpris du peu d'accord qui règne entre les effets produits par chacune d'elles.

Tout ce qui précède démontre combien il est nécessaire d'apporter d'attention et de soins pour la préparation des eaux minérales; car si l'état de la science ne nous permet pas encore d'avoir une connaissance très exacte de la composition de ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU

De la composition des principales Eaux minérales.

Dict. Techn., Tome VII, page 307.

NOMS DES EAUX.	QUANTITÉ d'eau ANALYSÉE.	GAZ		CARBONATES				HYDROCHLORATES			SULFATES			SILICE.	AUTRES MATIÈRES.	OBSERVATIONS.
		acide carbonique.	hydrogène sulfuré.	de chaux.	de magnésie.	de soude.	de fer.	de soude.	de chaux.	de magnésie.	de soude.	de chaux.	de magnésie.			
Aix en Savoie (1) (*)	10 litres	0st,2492	0st,0950	1st,2232	0st,6683			0st,1019		0st,3511	0st,3738	0st,8155	0st,3285		Matière animale extr. 0st,0227	(*) Source dite d'*alun*.
Aix-la-Chapelle (2)	10000st (*a*)	18p c,05	28p c,54	0st,1305	0st,440	0st,544		2st,9697			0st,2637			0st,0705		(*a*) st signifie *gramme*. sr —— *grain*. pc —— *pouce cube*.
Balaruc (3)	6000st	36p c		7st	0st,55		traces	45st,03	5st,43	8st,25		4st,20			Azote, quantité indéterm. (*b*).	(*b*) D'après M. Saint-Pierre.
Bourbonne-les-Bains (4) (*c*)	1 livre			1sr				50sr,80	8sr,79			8sr,83			Matières extract. (des traces).	(*c*) Température, 46 à 69°.
Carlsbad (5) (*d*)	1000 parties	quant. indét.		0,31219 (*x*)	0,18221 (*x*)	1,25200 (*x*)	0,00424	1,04893			2,58714			0,07504	Des traces de carbonates de strontiane et de manganèse; de phosphates de chaux et d'alumine; de fluate de chaux.	(*d*) Source du Sprudel. (*x*) A l'état de bi-carbonates.
Enghien (6)	100 livres	185sr	700p c	21 4/5sr	13sr,1/5			24sr		80sr		333sr	158	traces	Matières extr., quant. indét. Matières organ., 0,0250. Hydro-sulf. de mag., 0st,119.	(*e*) Source de la Pêcherie.
Id. (7) (*e*)	10000st	0st,334	0st,064	0st,4				0st,0205				0st,0310	0st,0730	0st,0510	Azote, 0,020.	(*f*) Source de la Pêcherie pour boisson.
Id. (8) (*f*)	10000st	0st,1260	0st,039	0st,34	0st,06		0st,003			0st,028		0st,23	0st,13	0st,6	Hydro-sulf. de chaux, 0st,104. Matières organiques (traces).	
De Forges (9) (*g*)	1 pinte	2 pintes		3/4 sr			5/16sr	7/8sr			1/8sr			1/16sr		(*g*) Source de la Cardinale.
Mont-d'Or (10) (*h*)	26 pintes	130sr		118sr	38sr		11sr	145sr			57sr				Alumine, 62sr.	(*h*) Fontaine de la Magdeleine.
Id. (11) (*i*)	1 partie	quant. indét.		0,000160	0,000060	0,000633		0,0003804			0,0000655			0,0002100		(*i*) Source du puits de César. Température, 45° centigr.
Passy (12)	1 pinte	0sr,20					0sr,80	6sr,60		22sr,6		43sr,2			Alun, 7sr. Sulfate de fer 17sr. Bitume (traces)	
Plombières (13)	1 pinte			1/16sr		2sr,1/2		15sr,1/4			2sr,1/5			1sr,1/3	Matière animale, 15sr 1/2.	
Provins (14)	8 litres	27p c 8/10		0st,334				0st,042							Oxide de fer.. 0st,076 — de mang. 0, 17 Magnésie 0, 035	(*k*) A l'état de carbonates.
Pyrmont (15)	100 livres	1500sr		348sr,75	33gsr		105sr,5	122sr		134	289sr (*l*)		5 4/7		Principe résineux, 9sr.	(*l*) Cristallisé.
Seidlitz (16)	5 livres	6sr		9sr,75	6sr,25						34sr,5	25sr,75	14105sr		Id., Id., 3sr 1/3	
Seltz (17)	2 pintes 3/4	60st c		17sr	29,4sr,5	24sr		109sr,5								
Spa (18)	100 livres	1080p c		154sr,5	363sr,5	154sr,5 (*l*)	59sr,2	18sr,2								
Seydschutz (19)	1 pinte	0,4 pc		18sr,19/21	55sr,9/11					9sr,3/24		105sr,3/8	363sr,13/16		Oxigène 43/168 pc	
Vichy (20) (*m*)	1 partie	0,000341		0,000385	0,000045	0,005340		0,000558			0,000279			0,000045	Peroxide de fer, 0,000006.	(*m*) Puits carré. Temper., 45°.
Id. (21) (*n*)	4900st	3st,2734		1st,3693	0st,3397	19st,9258		2st,2803			1st,8900			0st,2944	Oxide de fer 0st,0116.	(*n*) Source de la Grande grille.

(1) M. Socquet.
(2) Le docteur Remmont et M. Monheins, pharmacien.
(3) Vivrier.
(4) MM. Burq et Berg.
(5) M. Berselius.
(6) Fourcroy.
(7) M. Henry fils.
(8) M. Tremy, de Versailles.
(9) M. Robert.
(10) M. Bertrand, inspecteur des eaux.
(11) M. Berthier.
(12) M. Deyeux.
(13) M. Vauquelin.
(14) *Idem*.
(15) Vestrumt.
(16) M. Bouillon-Lagrange.
(17) Bergman.
(18) *Idem*.
(19) *Idem*.
(20) MM. Berthier et Pavi.
(21) M. Louchamp.

taines d'entre elles, que sera-ce si nous négligeons en outre de mettre à profit toutes les données de l'analyse et de l'observation? Il est donc bien essentiel que cette fabrication ne soit confiée qu'à des hommes habiles et au courant de toutes les connaissances acquises en ce genre, et nous pouvons dire, sans crainte d'être démenti, que les pharmaciens sont en général ceux qui offrent le plus de garanties.

Avant de parler de la fabrication des eaux minérales, je retracerai ici les résultats des principales analyses qui ont été publiées. (*V.* le tableau ci-contre.)

Les propriétés médicales des principales eaux minérales étant désormais bien constatées, l'emploi s'en étend chaque jour davantage; et bien qu'on soit intimement convaincu que les circonstances accessoires, telles que celles qui dépendent du site, de l'éloignement des affaires, du charme de la société, etc., doivent contribuer puissamment à leurs bons effets, on a cherché à reproduire artificiellement ces composés naturels, afin de les mettre à la portée d'un plus grand nombre. Certes, lorsqu'on est privé de prendre les eaux sur les lieux mêmes, le mieux est de se les procurer telles que la nature les produit; mais il est encore beaucoup de personnes qui ne peuvent avoir recours à ce moyen souvent trop dispendieux, et de là la nécessité de les composer de toutes pièces.

La fabrication des eaux minérales suppose une entière connaissance de leur composition, et la science, comme nous l'avons dit, laisse encore à désirer sous ce rapport. Cependant, il est certain que les principales eaux ont été assez bien analysées pour qu'on puisse compter sur l'exactitude de leur imitation. On doit observer, d'ailleurs, qu'en général les substances restées inaperçues sont celles de moindre valeur. Qu'importe après tout, pour la Médecine, qu'une eau contienne en plus quelques traces d'une terre ou d'un sel inertes? c'est un fait qui peut intéresser la science, mais qui en général reste nul pour la thérapeutique. Depuis long-temps on conteste sur l'ordre de combinaison de divers matériaux qui entrent dans la composition des eaux minérales; mais qu'importe que ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit un acide plutôt qu'un autre qui se trouve combiné avec telle ou telle base? Et quel avantage peut-il résulter de mieux connaître leur manière d'être ? L'essentiel n'est-il pas de savoir que ces principes coexistent. Il est vrai d'ajouter cependant qu'il n'en est pas toujours ainsi. Certainement cette matière organique albumineuse trouvée dans les eaux de Vichy, doit avoir une action marquée sur l'économie animale, et cela démontre, je le répète, la nécessité de revenir sur l'examen des eaux minérales; mais il n'en est pas moins réel que beaucoup d'entre elles sont assez bien connues pour qu'on puisse les reproduire identiquement. On peut donc sans crainte ajouter plus de confiance que certaines personnes ne le prétendent à ces combinaisons artificielles. Au reste, c'est aux médecins à fixer l'opinion à cet égard; et puisqu'ils les prescrivent, on doit croire qu'ils ont à se féliciter de leur emploi.

Nous possédons dans la capitale plusieurs fabriques d'eaux minérales artificielles, dirigées par des hommes dignes de confiance; mais nous ne pensons pas qu'il soit possible d'en trouver aucune qui présente plus de garanties que celle qui appartient à MM. Planche, Boullay, Boudet, Cadet et Pelletier; de tels noms commandent l'estime publique et dispensent de tout éloge. Cet établissement, dont l'origine ne date que de 1820, est situé au Gros-Caillou, dans le voisinage de la pompe à feu. L'eau, puisée au milieu de la Seine, arrive directement dans l'usine par des conduits en fer. Deux vastes réservoirs en bois, placés dans l'intérieur de l'établissement, reçoivent celle destinée au service des machines. On a mis à profit la pression considérable qu'offre le réservoir de la pompe à feu, qui est élevé de plus de soixante pieds au-dessus du sol, pour faire arriver l'eau de bas en haut dans le premier réservoir. Là elle subit une première épuration en traversant une couche de sable et de charbon placés sur un diaphragme, à quelque distance du fond. Elle passe de ce premier réservoir dans le second, au moyen d'un siphon disposé de telle sorte, que l'eau est obligée de traverser un deuxième filtre, et toujours par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ascension. Des tuyaux en zinc, armés de robinets de même métal, distribuent cette eau ainsi épurée dans le laboratoire particulier où se préparent les substances qui entrent dans la composition des eaux minérales ou des bains.

L'eau qu'on destine à la fabrication des eaux gazeuses acidules, traverse lentement un troisième filtre placé à la proximité des machines. Cette eau est de la plus grande limpidité.

On conçoit qu'il ne peut y avoir aucune difficulté à préparer les eaux qui ne contiennent pas de fluides élastiques. Il suffit, en effet, pour toutes celles qui sont dans ce cas, de mélanger en proportions indiquées par les analyses, les substances qui doivent entrer dans leur composition, et de les dissoudre dans la quantité de véhicule voulue; mais la chose n'est pas aussi aisée lorsqu'il s'agit d'introduire quelques substances gazeuses dans ces eaux, et surtout lorsqu'elles en doivent contenir un volume plus considérable que ne le comporte la pression atmosphérique ordinaire. C'est alors qu'on est obligé d'avoir recours à des machines de compression: on en a proposé de plus ou moins simples. Je donnerai la description de celles qui sont principalement usitées, et je commencerai par la plus compliquée, mais la plus commode de toutes, dont l'ingénieuse invention est due à M. Bramah, de Londres, et qui a été décrite dans le Bulletin de la Société d'encouragement, ann. XXI^e, juillet 1822, par M. Hoyau, habile mécanicien de Paris.

Elle se compose des parties suivantes:

1°. Un récipient A (Pl. 22, fig. 1), dans lequel se fait la décomposition de la substance qui fournit le gaz, un gazomètre B, qui reçoit le gaz à mesure qu'il se forme, et donne passage à un agitateur dont on voit la tige et la manivelle au-dessus du gazomètre.

2°. Un vase C contenant la solution saline avec laquelle le gaz doit être combiné.

3°. Une pompe D qui refoule le liquide et le gaz dans un vase clos destiné à le recevoir.

4°. Un condensateur sphérique E renfermant le liquide et le gaz, et dans lequel s'opère la combinaison.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Telles sont les pièces principales de la machine; voici les autres pièces qui en dépendent :

Un volant F armé d'une manivelle G et monté sur un axe coudé H, qui donne le mouvement au piston de la pompe, une fourchette I portant à l'extrémité de sa queue un collet K, qui embrasse le tourillon de la manivelle coudée de l'arbre H : les deux branches de cette fourchette sont terminées par deux pattes percées, traversées par un boulon L, qui l'unit au châssis M du piston N de la pompe; ce châssis forme un rectangle composé de deux traverses OO réunies par les deux petites colonnes PP, dont les deux bouts reçoivent des écrous QQ qui pressent les traverses sur les embases dont ces colonnes sont garnies : la traverse supérieure porte une tige R servant de directrice et passant par un œil en cuivre S placé au milieu d'une traverse T fixe de la machine.

Le piston N est un cylindre en cuivre qui passe à travers une boîte ou couronne de cuir embouti U (fig. 2), semblable à celle des presses hydrauliques. La bride ou le bord rabattu de cette couronne est fixé et fortement comprimé contre l'ouverture de la pompe, par un écrou V vissé dans cette même ouverture. Le corps de pompe D porte une large embase ou bride X, qui sert à le fixer sur une traverse Y de la machine.

L'extrémité supérieure du corps de pompe est fermée par une plaque à vis Z portant un tuyau *a* qui conduit à la boîte à soupape : cette boîte *b* fait corps avec la plaque Z, par l'intermédiaire du tuyau *a*; elle renferme deux soupapes, l'une *c*, donne passage au liquide et au gaz dans le corps de la pompe; l'autre *d*, les laisse échapper et leur ouvre le chemin du vase C, au moyen du tuyau *h* qui les y conduit. Chaque soupape est placée au fond d'un trou cylindrique *f*, fermé par un bouchon à vis *g*.

Avant d'abandonner ce point de la machine, nous ferons remarquer le tuyau *h*, que l'on voit en coupe (fig. 2), et passant sous la soupape d'introduction *c*. Ce tuyau traverse toute la machine en passant sous le système des soupapes; il communique par une de ses extrémités au gazomètre B, et par l'autre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au vase C, qui contient la dissolution ; ses deux branches sont coupées par des robinets i, i, dont l'un intercepte l'arrivée du liquide, et l'autre celle du gaz : c'est au moyen de ces robinets que l'on règle la proportion du mélange du gaz, et par conséquent le degré de saturation du liquide.

Le tuyau e porte le mélange, refoulé par la pompe, dans une capacité sphérique k, où la saturation s'opère. Ce vase est muni des parties suivantes : 1°. une ouverture d'introduction l; 2°. un agitateur m; 3°. une soupape de sûreté n; 4°. un robinet de sortie o. Nous allons examiner successivement ces différentes parties, dont la construction est fort ingénieuse.

L'ouverture d'introduction l (fig. 3) reçoit l'extrémité du tube e, qui porte une petite bride, dont le diamètre est presque égal à celui de l'embouchure : le fond du trou est garni d'une rondelle de cuir percée à son centre d'un trou égal à l'intérieur du tube e; l'intérieur de l'embouchure est taraudé et reçoit la vis p, à travers laquelle passe le tuyau e. Cette vis sert à comprimer la bride du tube e sur la petite rondelle de cuir, et à joindre ainsi hermétiquement le tube au ballon E. La pièce d'introduction est aussi fixée à ce même ballon par son extrémité filetée q, qui reçoit l'écrou r; l'embase extérieure en est séparée par une rondelle de cuir qui ferme hermétiquement le passage au liquide et au gaz que contient la sphère.

On a pensé que pour combiner plus complétement ce gaz, il était convenable d'agiter le mélange, afin de multiplier les points de contact du gaz avec le liquide : à cet effet, on a placé dans le ballon un disque m (fig. 2), percé de trous et monté sur un axe s, qui passe par le centre de la sphère et sort par la tubulure t. Cette dernière pièce se compose de trois parties séparées : 1°. le corps de la tubulure t, qui, passant à travers une ouverture pratiquée dans le ballon, en est séparé par une rondelle de cuir placée entre son embase et la surface intérieure de la sphère ; 2°. un écrou u, qui se visse sur la partie filetée du corps de la tubulure, et sert à comprimer l'embase dont nous venons de parler, contre la surface inté-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieure du ballon, de manière à fermer hermétiquement l'ouverture qui reçoit cette tubulure. (*V.* fig. 4.)

Un autre objet très important était d'éviter la sortie du liquide et du gaz par l'ouverture de l'introduction de l'axe de l'agitateur; et pour parvenir à fermer exactement ce passage sans augmenter sensiblement l'effort à exercer pour faire tourner l'agitateur, M. Bramah a disposé dans le corps de la tubulure une petite couronne de cuir semblable à celle de la pompe, et fermée de la même manière par un bouchon à vis. Cette sorte de bague, représentée fig. 4, a la propriété de se fermer d'autant plus exactement, que l'expansion du gaz est plus forte, à cause de la pression qui s'exerce sur le petit cylindre de cuir, et qui l'applique plus fortement contre l'axe. Enfin ce même axe, dont une des extrémités repose dans une crapaudine *v* et l'autre dans un trou *x*, porte une petite roue d'engrenage *y*, qui reçoit son mouvement d'une autre roue montée sur l'arbre H. Les deux roues étant égales, l'agitateur fait le même nombre de tours que la manivelle.

La soupape de sûreté *n*, dont l'orifice est d'une ligne et demie environ de diamètre, se compose d'une tubulure faisant corps avec la sphère, et sur laquelle se visse un tube fermé d'un petit bouchon à vis percé au centre, de manière à laisser passer la tige de la soupape; cette tige est surmontée d'une masse *i*" qui presse la soupape sur son ouverture, et dont le poids est déterminé de manière à obtenir dans le ballon une pression de 15 à 20 atmosphères, avant de laisser échapper le gaz; le tube qui reçoit la tige de la soupape, est percé d'un trou latéral pour laisser échapper le gaz quand la soupape se lève.

Enfin, la dernière pièce est la tubulure du robinet de sortie; elle est fixée à la sphère de la même manière que la tubulure de l'agitateur : ce robinet, qui n'est à proprement parler qu'une soupape, porte un petit tube *a'* qui s'étend jusqu'au fond de la sphère. Le corps de la pièce est également percé d'un trou *b'* qui va joindre le premier et qui se termine par un cône creux recevant l'extrémité de la tige *c'* qui forme le clapet. Cette tige, qui est lisse, passe à travers une boîte à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étoupe qui termine la tubulure; elle est filetée d'un filet très gros à la partie qui traverse le bouchon de la boîte qui lui sert d'écrou; enfin, elle porte un manche d', au moyen duquel on la fait avancer ou reculer, c'est-à-dire fermer ou ouvrir l'ouverture du tube b'. Un trou e', percé près de cet orifice, donne passage au liquide saturé; un petit appendice f' s'introduit dans la bouteille et dirige le liquide dont on la remplit. (*V.* fig. 4.)

La pièce g' qui porte cet appendice est un collier qui reçoit le corps du robinet; l'ouverture de ce collier est ovale dans le sens vertical. Cette forme permet d'introduire une petite rondelle de cuir entre le corps du robinet et la surface intérieure du collier g', pour fermer le passage du trou e' au tuyau f'; ainsi l'on commence par faire correspondre le trou e' avec l'orifice du petit tuyau f', et l'on comprime cette partie de l'anneau g' sur la surface extérieure du cylindre, au moyen de la vis h', ce qui ferme le joint de e' avec f'. Le petit tuyau f' est fileté à sa base et porte la capsule i'; cette dernière pièce est destinée à recevoir une rondelle k' formée d'une substance flexible, telle que le cuir ou la gomme élastique, et pour la retenir à sa place on a aussi fileté le corps du petit tuyau f', en sorte que la rondelle est vissée sur ce tuyau jusqu'à ce qu'elle porte sur le fond de la capsule i'.

Entre la pièce i' et l'embase du collier on a fixé un anneau plat qui tient à la cuirasse l', en sorte que cette cuirasse, formée d'une portion de cylindre, peut tourner et se placer dans la situation convenable: elle a pour objet de garantir l'ouvrier des éclats de bouteilles lorsqu'elles se rompent en les remplissant d'eau gazeuse.

Nous avons parlé plus haut d'une rondelle flexible k', elle sert à tenir fermée l'ouverture de la bouteille au moment où on l'remplit, afin que le gaz ne puisse s'échapper et pour tenir le col appliqué contre la rondelle, on a placé une bascule en bois n', tournant sur la charnière o'. L'une des parties de cette charnière est vissée sur la bascule, l'autre sur un support en bois p'. Cette dernière pièce est fixée à un second support q' en fonte, faisant corps avec la machine, par un boulon r' à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une entaille s', pratiquée dans le support p', permet de le placer à la hauteur convenable pour la grandeur des bouteilles que l'on emplit.

Le condensateur sphérique E en cuivre se compose de deux hémisphères portant chacun une bride servant à les réunir, au moyen de douze boulons qui, traversant la bride de l'hémisphère qui porte le robinet, vont se visser dans celle de l'autre; quatre autres boulons fixent cette dernière moitié de la sphère sur un cercle de fonte t'. (*V.* fig. 2 et 4.)

Toutes les pièces dont nous venons de parler sont montées sur un bâti en fonte composé de deux parties semblables z', réunies par des pièces en fonte v' qui font corps avec elles, et par des boulons d'écartement x' filetés à leurs extrémités et munis d'écrous y'. Ce bâti porte les collets z' de l'arbre H. Les quatre colonnes inclinées a'' sont montées chacune sur un pied traversé par deux vis qui assujettissent la machine sur un grand plateau en fonte ou en bois.

Lorsqu'on veut faire usage de la machine, on remplit le vase C de la solution saline qui compose la base de l'eau que l'on veut produire; on jette dans le récipient A les substances dont la décomposition doit produire le gaz, et l'on verse le liquide qui doit opérer cette décomposition. Le gaz, en se dégageant, soulève le gazomètre B, que d'ailleurs on équilibre par une chaîne passant sur une poulie et portant un poids à son extrémité. Un petit agitateur c'' sert à remuer le mélange pour aider au développement du gaz.

Ces deux parties ainsi préparées, on met la pompe en jeu en faisant tourner le volant, et l'on ouvre les deux robinets d'une portion convenable, que l'expérience fait bientôt découvrir, et dont on s'assure en tirant une ou deux bouteilles d'eau. Lorsqu'on la juge suffisamment gazeuse, on commence à remplir les bouteilles, et l'on règle définitivement l'ouverture des robinets i, i, de manière que le temps nécessaire pour emplir une bouteille soit suffisant pour amener une même quantité de liquide saturé dans le condensateur. Par ce moyen la continuité s'établit, et l'on peut placer autant de bouteilles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il est possible d'en remplir. Ce nombre, qui varie selon l'habileté de l'ouvrier, peut s'élever de cent cinquante à deux cents par heure.

L'ouvrier chargé du remplissage place la queue du levier n' entre ses jambes, et fait baisser l'autre extrémité de ce levier jusqu'à ce qu'il puisse introduire le petit tuyau f' dans le col de la bouteille : alors il pose la pointe de cette bouteille dans une petite cavité du levier n' destinée à la recevoir, et appuyant sur la queue du levier, il comprime l'orifice de la bouteille contre la rondelle k', afin de la fermer : ensuite en tournant le levier d' du robinet, le clapet c' s'ouvre, et le liquide se précipite dans la bouteille. Cependant l'air atmosphérique dont ce vase est rempli s'opposerait à l'introduction du liquide, si l'ouvrier n'avait pas soin, par quelques mouvemens du levier n', d'ouvrir de temps en temps l'orifice de la bouteille. Aussitôt qu'il s'aperçoit qu'elle est pleine, il ferme subitement le robinet, retire vivement la bouteille et enfonce le bouchon préparé pour la fermer. Cette opération doit être faite avec la plus grande promptitude, sans quoi le gaz s'échapperait, et l'eau ne serait plus aussi chargée.

Les bouteilles cassent quelquefois en les remplissant; aussi l'ouvrier doit-il avoir un gant très fort à la main qui saisit la bouteille; sa figure doit être couverte d'un masque d'escrime, et il aura devant lui un tablier de cuir qui le couvre depuis le cou jusqu'aux pieds. Enfin, il placera la cuirasse de manière à garantir tout le corps; car l'explosion est souvent si forte, que les éclats de verre pourraient couper les habits et pénétrer au travers. Cela arrive aussi en bouchant les bouteilles pour les ficeler, et ensuite en plongeant le col dans la résine.

Les fig. 5 et 6 représentent une petite machine dont on se sert pour ficeler les bouteilles; elle se compose d'une forte pièce de bois 1, sur laquelle est assemblé un montant 2 et un support 3 : la première de ces pièces reçoit une vis 4, dont une extrémité porte une petite manivelle 5. La partie filetée de la vis passe dans un écrou fixé à la pièce 6, semblable au montant 2, et dont le pied glisse dans une coulisse pratiquée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la pièce 1. Il est facile de voir que si l'on tourne la manivelle dans un sens ou dans l'autre, la vis étant fixe, on fera avancer ou reculer la pièce 6. La partie supérieure de cette dernière est garnie d'une plaque 7 portant une fente terminée par un petit trou (fig. 6), et la queue est aussi munie d'une plaque 8 fixée par des vis et servant à la retenir dans la coulisse. Un collet 9 retient la vis 4, et la crapaudine 10 du support 3 reçoit l'extrémité de cette même vis. De cette manière elle est retenue aux deux extrémités et ne peut avoir que le mouvement de rotation nécessaire pour faire avancer ou reculer la pièce 6.

Pour faire usage de cette machine, il faut, après avoir préparé la ficelle autour du col de la bouteille, la placer dans la position horizontale qu'on voit (fig. 5), en assujettissant la pointe dans une cavité pratiquée dans le montant 2, et faire passer la partie inférieure de la ficelle par la fente de la plaque 7; ensuite on fait agir la vis, qui, en attirant la pièce 6, comprime le bouchon sur le col de la bouteille; on fait le nœud, et la bouteille est ficelée : il ne reste plus alors, pour compléter la fermeture, qu'à plonger le col dans la résine.

Au bel établissement de la pharmacie centrale des hôpitaux civils, dirigé par M. Henry, on se sert d'un appareil beaucoup moins dispendieux, qui à la vérité n'est pas aussi expéditif, mais qui suffit aux besoins de cette administration. En voici la description.

Cet appareil se compose de deux vases de plomb destinés à produire et à laver le gaz acide carbonique, d'un gazomètre en cuivre étamé servant de réservoir pour le gaz, et d'une pompe aspirante et foulante, au moyen de laquelle on l'introduit dans une sorte de tonneau en cuivre étamé, qui contient l'eau qu'on veut aciduler.

Vases de plomb.

A (Pl. 23, fig. 1) est une table en bois qui supporte les vases de plomb.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B, Vase de plomb à trois tubulures, dans lequel on introduit la craie délayée dans l'eau.

C, Entonnoir de verre à robinet, servant à introduire l'acide sulfurique étendu. Cet entonnoir est fixé, au moyen d'un bouchon de liége, dans une boîte de cuivre conique, qui elle-même entre à frottement dans la tubulure de cuivre, et y est arrêtée par un mouvement de baïonnette.

D, Morceau de bois servant d'agitateur, fixé à la tubulure du milieu par une vessie ficelée.

E, Tube de plomb établissant communication entre les deux vases. Chaque extrémité de ce tube s'adapte à l'un des vases de plomb, au moyen d'un ajutage en cuivre représenté Pl. 23, fig. 4.

F, Second vase de plomb à trois ouvertures; ce vase contient de l'eau destinée à laver le gaz.

d, Ajutage en cuivre à robinet, servant à remplir à volonté des vessies de gaz acide carbonique.

G, Tube de cuir flexible, terminé par deux pièces de raccord semblables à celle représentée fig. 4; il établit communication entre le second vase de plomb et le gazomètre.

Gazomètre.

I, Cuve extérieure munie d'un robinet *g* servant à vider l'eau.

H*hh*, Tube auquel vient s'adapter en *f* le conduit flexible G. Ce tube descend le long de la cuve, passe par-dessous son fond, traverse ce fond, et remonte dans son intérieur presque jusqu'au niveau de son bord. *iii*, autre tube communiquant de l'intérieur de la cloche à l'extérieur, et servant à vider le gaz. L'extrémité *i'* remonte plus haut que l'extrémité *h'* du premier tube, et elle s'engage sous la petite cavité conique *x* de la cloche K (fig. 2).

K (fig. 2), Cloche de cuivre étamé suspendue à deux poulies fixées sur un montant de bois; elle est tenue en équilibre au moyen d'un contre-poids *v*, et néanmoins son poids

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'emporte sur celui du contre-poids, de manière qu'elle exerce sur le gaz qu'elle renferme une pression.

s, Robinet adapté à la cloche et servant à donner issue à l'air lorsqu'on veut la remplir d'eau.

t, Échelle fixée extérieurement contre la cloche, et indiquant le volume du gaz qu'elle contient.

L, Tube de cuir flexible adapté d'une part au tube iii, et de l'autre en K au corps de pompe M.

Pompe et vase de compression (fig. 3).

M, Pompe aspirante et foulante. La soupape aspirante est placée dans le canal latéral K, et la soupape foulante dans le canal vertical inférieur N.

n, Robinet établissant à volonté communication avec le vase de compression.

O, Conduit latéral s'adaptant par un ajutage *m* au vase de compression; *o* conduit en étain fin, soudé intérieurement à la pièce de raccord du tonneau, et faisant suite au conduit O; l'autre extrémité est formée en boule percée d'une infinité de petits trous.

P, Vase de cuivre très épais, étamé intérieurement, et ayant à sa partie supérieure une ouverture par laquelle on le nettoie au besoin. Cette ouverture est habituellement fermée par une platine en cuivre fixée au tonneau à l'aide de quatre vis d'acier à tête carrée. Au milieu de la platine se trouve une ouverture plus petite, servant à l'introduction de l'eau, et fermée par un robinet *p* qui s'y visse à volonté. Ce robinet porte un canal coudé terminé par un pas de vis auquel s'adapte une vessie.

R, Robinet servant à vider l'eau. *rr'* (fig. 1), ajutage à double canal, s'ajoutant au robinet R par un mouvement de baïonnette, et servant à faire arriver l'eau acidulée jusqu'au fond des bouteilles sans qu'elle ait le contact de l'air.

La pompe M et le vase de compression P sont établis sur un banc de bois portant deux montans TT (fig. 3) réunis par une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forte traverse, qui elle-même est maintenue à l'aide de quatre tirans en fer *u*, vissant à écrou.

X, Tige de fer à laquelle est fixé le piston.

Y, Levier en fer fixé d'un bout à l'un des montans, et se mouvant de haut en bas dans une ouverture longitudinale pratiquée à l'autre.

Z, Manche de bois à deux poignées.

Usage de l'appareil.

Pour se servir de cet appareil, on introduit dans le vase de plomb B de la craie délayée dans beaucoup d'eau; on met de l'eau dans le vase F jusqu'au tiers de sa hauteur; on remplit d'eau la cuve du gazomètre, et en levant la cloche, qu'on y laisse descendre; ensuite, après avoir ouvert le robinet *s*, on enlève le robinet *p* du vase P, et l'on remplit entièrement ce vase d'eau distillée; puis on replace le robinet.

Alors on adapte le tube de plomb E aux deux vases de plomb; on place le conduit flexible G; on adapte une extrémité du conduit L au tube *iii*; on laisse l'autre extrémité ouverte, et l'on verse de l'acide sulfurique concentré dans l'entonnoir C.

En tournant un peu et de temps en temps la clef de cet entonnoir, l'acide tombe sur le carbonate de chaux, le décompose et en dégage l'acide carbonique. Cet acide déplace l'air des vases de plomb, des conduits E, G, H, *h*, *h*, *iii*, L, et sort enfin par l'extrémité ouverte du conduit L; lorsqu'on reconnaît qu'il sort pur, soit en le recevant dans l'eau sous un flacon, et l'absorbant par un alcali, soit seulement en s'assurant qu'il éteint en un instant les corps en ignition, on adapte le conduit L au corps de pompe; on serre tous les ajutages à l'aide d'une clef, et l'on poursuit le dégagement du gaz : alors la cloche s'élève rapidement. Avant qu'elle ne soit pleine de gaz, on adapte une vessie de 10 litres environ à l'ajutage *d* du vase de plomb F; on ouvre les robinets, et en un instant la vessie se trouve remplie. On ferme les robinets, on porte la vessie à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'extrémité du canal coudé, et, lui donnant communication avec le tonneau, on la vide en soutirant par le robinet R un égal volume d'eau.

Alors remettant les choses dans le premier état, et la communication étant établie entre le tonneau ou vase de compression et la pompe, on commence à faire jouer celle-ci. Il faut le faire lentement, et s'arrêter de temps en temps pour laisser au corps de pompe, échauffé par le frottement du piston, le temps de se refroidir. Lorsqu'on a introduit dans le tonneau environ la moitié de la cloche de gaz, on arrête entièrement, afin qu'à l'aide du temps le gaz puisse s'unir plus intimement à l'eau et en saturer toutes les parties (1). Au bout de huit à dix heures on recommence, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait introduit dans le tonneau la quantité de gaz qu'on désire.

Parmi les nombreux appareils qui ont été proposés pour la préparation des eaux minérales acidules, il n'en est aucun de plus simple, de moins dispendieux et d'un usage plus commode, que celui inventé en 1810 par M. Planche, lorsqu'il ne s'agit que d'une fabrication assez limitée. Nous allons en donner la description (2).

L'appareil de M. Planche n'est autre chose, comme on va le voir, que l'ancien instrument de Physique connu sous le nom de *fontaine de compression*, à laquelle il a fait les modifications

---

(1) Car, malgré la division forcée qu'éprouve le gaz en traversant les petits trous qui terminent le conduit o, son introduction dans le tonneau est trop rapide pour qu'il puisse se dissoudre à l'instant même : aussi la pression qu'il exerce contre la soupape foulante de la pompe, ne tarde-t-elle pas à devenir très grande. Il s'accumule donc dans la partie supérieure du tonneau, et ce n'est qu'ensuite qu'il sature l'eau couche par couche, et de haut en bas, jusqu'à ce que la totalité du liquide se trouve saturée au point qui répond à la compression du gaz restant et à la température. Alors la pression du liquide contre la soupape est devenue bien moindre, l'introduction de nouvelles quantités de gaz plus facile.

L'agitation du tonneau rendrait la dissolution du gaz plus prompte, mais le poids et le volume de l'appareil rendent ce moyen impraticable.

(2) On trouve de ces machines toutes faites, et de diverses capacités, chez Pixii, rue du Jardinet, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

convenables pour l'adapter à la préparation des eaux gazeuzes. Voici en quoi il consiste.

A (Pl. 23, fig. 4) est un vase cylindrique en cuivre poli, étamé intérieurement en étain fin, et portant à sa base un robinet à vis B. On soude dans l'intérieur de ce vase, à un centimètre environ au-dessus du robinet, une espèce de diaphragme ou double fond *c*, également étamé et percé de plusieurs trous très rapprochés, à la manière d'un crible. Un autre trou plus large D pratiqué au centre de ce double fond, donne passage à un canal de verre ou d'étain fin E, ouvert par les deux bouts et traversant le vase perpendiculairement, jusqu'à une ligne ou environ du premier fond. A l'une des extrémités de ce canal, on a fixé un robinet qui s'ajuste à vis, d'une part en F à la partie supérieure et centrale du cylindre, de l'autre part en *g* avec la pompe foulante HI à double soupape, de manière à établir la communication de la pompe avec le reste de l'appareil. Sur la voûte du cylindre, à 3 centimètres du robinet FG, on a vissé un ajutage également à robinet *k*, dont l'usage sera bientôt indiqué.

Lorsqu'on veut charger l'eau d'acide carbonique, il faut avant tout évacuer l'air atmosphérique du cylindre. On remplit en conséquence ce vase avec de l'eau pure, et l'on y visse le robinet FG. Pour faciliter le jeu de la pompe et la condensation du gaz, et permettre à l'opérateur de brasser l'eau à mesure qu'elle se sature, on fait écouler un huitième environ de ce liquide; mais, comme l'écoulement ne peut avoir lieu sans une pression quelconque, on remplace l'air extérieur par du gaz acide carbonique. A l'ajutage K on adapte une vessie pleine d'acide carbonique, et l'on ouvre les deux robinets K et k; celui-ci donne issue à une certaine quantité d'eau qui se trouve remplacée par le gaz. Dès qu'on en a retiré assez, on ferme les robinets et l'on ôte la vessie; alors on visse au robinet FG la pompe H, et au tuyau latéral de cette pompe en I, une vessie remplie d'acide carbonique et d'une capacité connue. Le robinet FG et celui de la vessie étant ouverts, on enlève le piston : ce premier mouvement détermine l'ouverture du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dehors en dedans de la valvule I, et le passage du gaz de la vessie dans le corps de la pompe, d'où il est ensuite refoulé dans le canal E par l'abaissement du piston. Arrivé à l'extrémité inférieure de ce canal, l'acide carbonique, qui, à raison de sa légèreté spécifique, tend à gagner la surface de l'eau, y est encore sollicité par la forte compression qu'il éprouve; mais, étant obligé de se tamiser en quelque sorte à travers les trous du diaphragme *c*, il présente ainsi de grandes surfaces, et se dissout facilement.

La première vessie étant vidée, on la remplace par une deuxième, une troisième, et ainsi successivement, jusqu'à ce qu'on ait chargé l'eau de la quantité de gaz nécessaire pour l'espèce d'eau minérale qu'on veut obtenir.

Pour faciliter la solution du gaz, on doit autant que possible opérer dans un lieu frais, et suspendre de temps à autre le jeu de la pompe, qui échauffe nécessairement un peu l'eau. On profite de ces intervalles pour brasser l'eau et déterminer l'absorption d'une nouvelle quantité d'acide carbonique.

Quant à la manière d'obtenir l'acide carbonique, elle est la même que pour tous les autres appareils.

Je terminerai cet article par quelques observations générales, et je dirai d'abord qu'on doit apporter du choix dans les matériaux destinés à la production du gaz acide carbonique. Tous les carbonates calcaires qu'on emploie pour cet objet n'y sont pas également propres, et l'on doit à tous égards donner la préférence au marbre blanc. Les craies les plus pures et les mieux lavées contiennent toujours des matières étrangères qui communiquent une mauvaise saveur au gaz acide carbonique. Lorsqu'on se sert d'acide sulfurique pour dégager le gaz des carbonates, cela met dans la nécessité de n'employer que de la craie, et d'avoir recours à des agitateurs pour renouveler les surfaces; autrement la portion de sulfate de chaux qui se dépose en raison de son insolubilité, enveloppe bientôt le carbonate non encore attaqué, et empêche que l'acide sulfurique ne puisse pénétrer plus avant. Maintenant on préfère l'acide muriatique, qui est exempt de cet inconvénient; car le sel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

calcaire qu'il produit étant très soluble, le carbonate restant est toujours à nu, et l'on peut alors avoir recours au marbre le plus dense. L'emploi de cet acide exige quelques précautions, parce qu'étant d'une part très expansible, le gaz carbonique en entraîne un peu, et que de l'autre il contient assez ordinairement de l'acide sulfureux qui se dégage en même temps. Il faut donc nécessairement, pour purifier l'acide carbonique, le laver dans une solution alcaline de sous-carbonate de soude ou de potasse, avant de le mettre en contact avec l'eau. Dans l'établissement du Gros-Caillou, on pousse la précaution jusqu'à multiplier les flacons de lavages et à faire parcourir au gaz des tubes en verre de plusieurs mètres de longueur, qui de distance en distance aboutissent à des ballons où les vapeurs entraînées viennent se condenser. L'acide carbonique n'arrive dans le gazomètre qu'après s'être ainsi dépouillé, chemin faisant, de tout ce qu'il pouvait tenir d'étranger.

Plusieurs personnes pensent que les eaux naturellement chargées d'acide carbonique le retiennent plus fortement que celles préparées artificiellement, et l'on prétend, à juste titre sans doute, que cela tient à un degré plus intime de combinaison. Je ne sache pas, cependant, que cette opinion ait été confirmée par l'expérience; mais si elle est réellement fondée, il serait sans doute possible d'obvier à cet inconvénient, en laissant plus long-temps l'eau soumise au contact du gaz comprimé et mis en mouvement; c'est du moins l'opinion de M. Henry et de quelques autres habiles praticiens, qui ont observé, sous ce rapport, des différences marquées entre les eaux gazeuses préparées dans tel ou tel établissement. Au reste, il se pourrait que cette plus grande ténacité de l'acide carbonique fût due à l'action des substances qui l'accompagnent dans la même dissolution, plutôt qu'à l'affinité particulière de l'eau.

Lorsque les eaux minérales qu'on veut composer doivent contenir, outre l'acide carbonique, quelques autres matières, et particulièrement des sels, on les dissout d'abord en proportion convenable dans l'eau destinée à cette préparation, puis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on y ajoute le gaz à la manière ordinaire; mais il est bon, pour les substances un peu actives, d'en faire la solution à part, et de verser séparément dans chaque bouteille la quantité nécessaire. Cette opération s'effectue très exactement au moyen d'un tube gradué; en suivant une autre marche, on n'est jamais certain d'un dosage régulier. M. le professeur Henry fait suivre ce procédé à la pharmacie centrale, et il le recommande comme le plus avantageux qu'on puisse adopter. Néanmoins, il y a certains corps peu solubles qui ont besoin, pour entrer en combinaison avec l'eau acidulée, d'être soumis à l'influence de la compression et d'une agitation soutenue; les carbonates à bases terreuses ou métalliques sont de ce nombre. Ainsi, il vaut mieux, dans ce cas, les délayer dans l'eau avant de l'aciduler. Nous devons même observer, à l'égard de ces derniers sels, que la solution s'en fait beaucoup plus rapidement lorsqu'on a soin de les prendre à l'état d'hydrates. C'est par ce moyen que M. Henry est parvenu à dissoudre très promptement d'assez grandes quantités de carbonate de magnésie; voici comment il procède : dans une solution très étendue de sulfate de magnésie pur, il ajoute une quantité convenable de dissolution de carbonate de potasse, également très étendue. La précipitation doit être faite à chaud; on laisse déposer, on décante, on lave autant de fois que besoin est, puis on met le dépôt magnésien à égoutter sur une toile, et l'on en prend ensuite une portion qu'on fait dessécher dans un creuset, afin de connaître le poids réel de magnésie que contient cet hydrate : enfin, on en introduit une quantité déterminée dans un tonneau d'une capacité connue et rempli d'eau pure, on sature d'acide carbonique, en ayant soin de faire arriver le gaz peu à peu et d'agiter souvent. L'eau ainsi préparée contient environ 4 grammes de bi-carbonate de magnésie.

On pourrait suivre la même méthode pour les eaux ferrugineuses; mais il faudrait avoir soin de maintenir le fer à l'état de protoxide, sans quoi il cesserait d'être soluble. Il serait donc nécessaire que la préparation de ce carbonate hydraté se fît à l'abri du contact de l'air, ce qui ne laisserait pas de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

présenter quelques difficultés : aussi plusieurs fabricans préfèrent-ils mettre de l'eau gazeuse en contact avec de la limaille de fer ; ils obtiennent ainsi, par l'agitation et le séjour prolongé, une solution dont ils déterminent la composition d'une manière exacte ; puis ils versent dans chaque bouteille une même mesure de cette solution filtrée, et ils achèvent de remplir avec l'eau saline gazeuse appropriée à l'espèce d'eau qu'on se propose d'imiter. R.

ÉBARBER (*Technologie*). Ce mot est employé dans beaucoup d'Arts industriels, et signifie, généralement parlant, *enlever* avec un outil quelconque les bavures qui sont restées sur l'ouvrage pendant qu'on le confectionnait, et qu'on enlève lorsqu'il est terminé, afin de lui donner la propreté qu'exige le fini de la pièce.

Le Fondeur *de caractères d'imprimerie* ôte avec un canif les bavures qui s'échappent quand le moule où l'on a fondu la lettre n'est pas exactement fermé, et que le visiteur, content de la fonte de la lettre, en fait la rompure, c'est-à-dire qu'il a assez paré le jet de la lettre, qui n'y tient que par un petit lien gros à peine d'une demi-ligne. Il appelle cette opération *ébarber*.

Le Doreur ôte les parties superflues qui excèdent le relief d'une pièce d'ouvrage. Il *ébarbe* avec une Lime.

Le *fabricant de draps* coupe au ciseau les grands poils qui excèdent les bords des lisières à toutes les étoffes en laine qui les ont étroites. On donne cette façon aux étoffes en blanc avant la teinture ; on ne la donne aux autres qu'au sortir de la presse. Ce sont de jeunes manouvriers qui font cet ouvrage, qu'ils nomment *ébarber*.

Le Monnayeur *ébarbe*, c'est-à-dire coupe ou unit à peu près les lames brutes, après qu'elles sont refroidies et sorties des moules. C'est à l'aide d'une serpe qu'il emporte les parties qui bavent le long des lames lors de la fonte.

Le Papetier *ébarbe*, c'est-à-dire rogne légèrement avec de gros ciseaux les mains de papier, avant que de les empaqueter par rames.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit, par ces exemples, la signification du mot *ébarber*, et dans quels cas on l'emploie dans les Arts industriels. L.

ÉBARBOIR (*Technologie*). C'est un instrument tranchant qui sert à *ébarber* dans beaucoup d'Arts industriels, et dont la forme varie soit selon le besoin, soit selon le goût de celui qui le fait ou le commande. En général il est court, il a assez d'épaisseur pour ne pas ployer; il est en acier trempé et il est aiguisé de court. Par exemple, chez les *drouineurs* ou petits chaudronniers qui courent la campagne, c'est un petit outil d'acier un peu courbe par le bout et très tranchant. Ils s'en servent pour ébarber les cuillères et autres ustensiles qu'ils fondent en étain dans les moules de bronze qu'ils portent avec eux. Il n'y a personne qui n'ait vu ce petit outil. L.

ÉBARBURES ou REBARBES (*Technologie*). Ce sont de petites lèvres qui se forment sur la planche, de chaque côté du trait, à chaque coup de burin que donne le graveur, et qu'il a soin d'abattre de temps en temps avec un outil triangulaire dont le tranchant est très aigu. En abattant les *ébarbures*, il distingue beaucoup mieux la pureté des traits qu'il a faits. L.

ÉBARDOIR (*Technologie*). C'est un outil qui diffère du GRATTOIR en ce qu'il a quatre côtés au lieu de trois. Il sert à peu près au même usage que ce dernier. Il est employé par le menuisier. L.

ÉBAUCHE (*Technologie*). C'est un mot employé dans beaucoup d'Arts industriels; c'est, pour ainsi dire, le synonyme d'*esquisse* pour le dessin ou la peinture; c'est la première forme qu'on a donnée à un ouvrage. L'*esquisse* n'est qu'un modèle incorrect de l'ouvrage même qu'on a tracé légèrement, qui ne contient que l'esprit de l'ouvrage qu'on se propose d'exécuter, et qui ne montre aux connaisseurs que la pensée de l'ouvrier. Que l'on donne à l'*esquisse* toute la perfection possible, et l'on en fera un modèle achevé; de même, que l'on donne à l'*ébauche* toute la perfection dont elle est susceptible, et l'ouvrage même sera fini. Le mot d'*esquisse* ne s'emploie guère que dans les Arts où l'on passe du modèle à l'ouvrage, au lieu que celui d'*ébauche* est plus général, puisqu'il est ap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plicable à tout ouvrage commencé, et qui doit s'avancer de l'état d'*ébauche* à l'état de perfection. *Esquisse* dit toujours moins qu'*ébauche*, quoiqu'il soit peut-être moins facile de juger de l'ouvrage sur l'*ébauche* que sur l'*esquisse*.

Les Horlogers désignent par le nom d'*ébauches* les mouvemens de montres ou de pendules dégrossis et prêts à être livrés aux Finisseurs pour les faire marcher. Ils les désignent aussi par les mots de *mouvemens en blanc*.

Le Graveur appelle *ébauche* l'action de préparer et de mettre par masses les ouvrages de gravure au premier trait de burin.

Le mot *ébaucher* s'emploie dans une infinité d'Arts industriels dans le même sens; il signifie faire l'*ébauche* d'un ouvrage.

L.

ÉBAUCHOIR (*Technologie*). Sorte de séran ou grand peigne à dents droites et grosses, propres à ébaucher et à donner les premières façons au chanvre. L.

ÉBÈNE (*Arts mécaniques*). Bois d'une grande dureté, très lourd, très compact, susceptible de recevoir un beau poli, d'une couleur noire foncée, dont on fait des ouvrages de marqueterie et de mosaïque, des règles pour les dessinateurs, des supports pour les instrumens de navigation, etc. C'est le cœur d'un arbre nommé *Plaqueminier* (*Diospyros ebenus*), qui croît dans les grandes forêts des Indes orientales, et est maintenant cultivé à l'Ile de France (Ile Maurice). Nous ne nous arrêterons pas à donner les caractères botaniques de ce grand végétal; nous dirons seulement que son écorce est très foncée, ses feuilles sont coriaces et noirâtres, ses fleurs dioïques, c'est-à-dire qu'il y a des pieds mâles et d'autres pieds femelles. Le centre de l'arbre contient une moelle noire dont la couleur teint le bois qui l'entoure; cette couleur va en pâlissant à mesure qu'elle approche de l'Aubier, qui est fort épais. C'est la partie du cœur qui est la plus noire et la plus dense, dont le grain est plus fin, et qui est seule recherchée du commerce.

On a donné le nom d'*Ebénier vert* ou des Alpes au Cytise, *Cytisus laburnum*, cultivé dans nos jardins; d'*Ébénier jaune* à une Bignone; l'*Amerinum*, un *Aspalathus*, etc., ont aussi le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nom vulgaire d'*ébénier*, qu'on a prodigué à des végétaux sans ressemblance entre eux.

Les ébénistes imitent le bois d'ébène en teignant avec de l'encre à écrire le poirier et divers autres bois dont le tissu est serré et fin; on lustre ensuite cette couleur avec un peu de cire chaude. (*V.* Bois, T. III, pag. 275.) Fr.

ÉBÉNISTE (*Technologie*). L'ébéniste est une sorte de menuisier qui ne s'occupe que des meubles les plus élégans et les plus précieux qui décorent nos appartemens. Ils n'emploient que les bois précieux, tels que ceux des îles, ou des parties de bois indigènes qui présentent de belles veines, de beaux ramages, dans lesquels on trouve des figures de toute espèce. Dans l'enfance de cet art, ces ouvriers n'employèrent que l'ébène, et de là leur vint le nom d'*ébéniste*, qu'ils ont conservé depuis, quoiqu'ils se servent des bois précieux de toute espèce.

Quoique l'ébéniste emploie des bois précieux pour confectionner ses ouvrages, ce serait une erreur de croire que le meuble est tout entier fabriqué de ce bois; il deviendrait trop coûteux. Le bâti ou la carcasse du meuble est solidement confectionné en bois dur, tel que le chêne, et toutes les parties visibles sont recouvertes d'une feuille mince du bois précieux qui, seul, doit paraître. Ce bois, qui, tel que l'acajou, est dur, prend un beau poli, et le meuble paraît tout en acajou et présente un très bel aspect. Les ornemens en bronze doré dont on les couvre souvent ne sont pas confectionnés par l'ébéniste; il les achète tout dorés, et les place selon son goût. Nous ne nous occuperons seulement que de ce qui constitue principalement le travail de l'*ébéniste*.

Nous avons dit que l'ébéniste se sert d'une feuille mince de bois précieux pour former la surface des meubles qu'il confectionne. Autrefois les ébénistes refendaient eux-mêmes leurs bois de placage; ils se mettaient deux ouvriers pour faire ce travail : c'était beaucoup lorsqu'ils pouvaient obtenir des feuilles d'une ligne seulement d'épaisseur; aujourd'hui on les scie à la mécanique, à l'aide de scies circulaires, et l'on obtient ordinairement les feuilles si minces, que trente feuilles réunies

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'ont que l'épaisseur d'un pouce. Nous avons vu à l'exposition de 1823 un vrai chef-d'œuvre dans ce genre ; M. Freutz, de Metz (Moselle), avait présenté une planche de bois de noyer d'un côté de laquelle sortaient des feuilles au nombre de 64, ne formant ensemble que l'épaisseur d'un pouce ; et, comme nous l'avons déjà dit, le bois non scié tenait encore après. Ce n'est point ici le lieu de décrire cet art. (*V.* MACHINES *à scier le bois de placage.*)

L'ébéniste doit être un excellent MENUISIER ; il doit exécuter avec soin et propreté, en chêne, le meuble qu'il se propose de faire ; nous renvoyons au mot MENUISIER la description de cet art, pour nous attacher à celui de l'ébéniste proprement dit, et pour cela nous supposons que le bâti est terminé et très solidement fait.

Après avoir disposé les différentes pièces de placage, de manière que les veines du bois présentent, par leur rapprochement, des dessins flatteurs à la vue, il s'agit de les *plaquer*, ou, ce qui est la même chose, de les coller chacune à leur place. C'est une opération qui exige beaucoup de soin, car c'est de sa plus ou moins grande perfection que dépend toute la solidité de l'ouvrage.

L'ébéniste ne doit employer que la meilleure COLLE FORTE. (*V.* T. V, pag. 421, où nous avons donné les *caractères physiques de la bonne colle, et la manière de l'employer.*) On doit l'employer chaude, mais non bouillante ; elle doit avoir une certaine consistance, sans cependant être trop épaisse, parce qu'alors elle se grumellerait, ferait corps sous le placage, et ne pourrait plus s'étendre lorsqu'on appuie dessus le *marteau à plaquer*.

On commence par plaquer les parties extérieures de l'ouvrage, après avoir ajusté les pièces tant de longueur que de largeur ; ensuite on pose plusieurs pointes le long du trait contre lequel la pièce à coller doit venir joindre, tant sur la longueur que par les bouts, afin qu'elle ne puisse pas se déranger pendant qu'on la *plaque*.

Ce préalable rempli, on *moule* la pièce, c'est-à-dire qu'avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la tête du marteau à plaquer, on la bat sur un madrier de chêne épais et uni, du côté où doit être passée la colle, afin de la faire creuser un peu, et que par cette raison elle porte mieux sur les bouts; puis on mouille la pièce sur toute sa surface et du côté creux, avec une éponge trempée dans de la colle chaude et très claire. Cette méthode est préférable à celle qu'emploient beaucoup d'ébénistes, qui se contentent de mouiller la plaque avec de l'eau chaude; la colle remplit mieux les pores du bois, et, quoique peu consistante, elle ne laisse pas que d'être un très bon apprêt.

Après que la pièce a été mouillée, on la fait chauffer du côté où l'on a passé la colle; on la mouille de nouveau si cela est nécessaire; ensuite on l'enduit de colle, ainsi que le bâti sur lequel on veut la plaquer, et on la pose à sa place le plus promptement possible. Aussitôt on appuie fortement la panne du marteau à plaquer, sur la pièce, en la poussant devant soi, et en la promenant de droite à gauche, sans cesser d'appuyer, afin de forcer la colle de s'introduire dans les pores des bois du bâti et du placage, autant qu'il est nécessaire pour qu'ils s'attachent l'un à l'autre sans qu'il reste aucune épaisseur de colle entre deux. Pour peu qu'il y en restât, cette colle serait un corps étranger susceptible de variation par la chaleur ou par l'humidité, et le placage ne serait pas solide.

On commence toujours à plaquer une pièce par un de ses bouts, et l'on avance au fur et à mesure en poussant toujours la colle devant soi. La colle chassée par cette opération, et ne trouvant aucun obstacle qui la retienne, sort par les deux côtés de la pièce, lorsqu'ils sont isolés; ou bien, si l'un des côtés de la pièce qu'on plaque touche à un autre, on plaque d'abord avec soin le côté de la jointure, en poussant toujours la colle du côté de la pièce qui est libre. Si les deux côtés de la pièce sont engagés, on la plaque à l'ordinaire; mais on a soin de placer une cale légère entre la feuille de placage et le bâti du côté où doit se terminer le placage, afin de laisser un passage libre à la colle. On n'enlève la cale qu'au moment où l'on arrive à ce point, afin que les deux pièces joignent bien.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsqu'on a plaqué une pièce, on la *sonde*, c'est-à-dire qu'on frappe dessus à petits coups, pour juger par le son qu'elle rend si elle porte bien partout. Dès qu'on reconnaît qu'il y a du vide, on passe le marteau sur l'endroit qui ne porte pas; la colle n'étant pas encore sèche, elle prend ordinairement. On plaque ainsi, et l'on ajuste successivement les autres pièces, en ayant soin d'enlever, avec une spatule de bois ou avec un ciseau, la colle qui sort de dessous le placage, et qui s'enlève bien plus facilement pendant qu'elle est encore fraiche, que lorsqu'elle est desséchée. Il faut faire attention que les joints soient bien remplis de colle.

Lorsque le placage est terminé, il faut le tenir fortement appliqué sur le bâti, afin qu'il ne s'en sépare pas pendant le desséchement de la colle. Pour cela, l'ébéniste emploie des châssis; ce sont de fort cadres, dont les quatre traverses sont assemblées par leurs bouts avec la même solidité que les PRESSES en bois dont ils se servent. La traverse supérieure de ces châssis porte deux vis en bois, de sorte qu'on peut les considérer comme deux presses réunies bout à bout. On place la pièce dans le châssis, après avoir couvert le placage d'un linge un peu humide, afin d'empêcher qu'il ne sèche trop promptement à l'extérieur: on met une planche forte sur le placage, et l'on serre les deux vis. On place sur la longueur de la pièce plaquée autant de châssis qu'on le juge nécessaire, afin de maintenir la plaque parfaitement en contact avec le bâti. On laisse sécher pendant vingt-quatre heures.

En général, on doit éviter de plaquer l'ébénisterie dans des lieux trop humides ou trop secs; il faut un juste milieu, afin que la colle ait le temps de bien prendre et de sécher lentement.

Lorsqu'on a enlevé le châssis et les planches, on examine avec attention la surface du placage, en l'inclinant vers le jour; si elle n'est pas parfaitement plane, et qu'on y aperçoive quelques boursouflures, on en conclura que la colle n'a pas bien pris dans ce point, et qu'une bulle d'air s'y est introduite; alors, les ébénistes adroits percent la bulle avec une aiguille fine emmanchée dans un morceau de bois, et de suite ils ap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puient dessus le *fer à chauffer*, et l'y laissent le temps suffisant pour donner à la colle une fluidité convenable. L'air contenu dans la bulle se dilate et sort par le petit trou ; alors ils appuient fortement avec la tête ou le manche du marteau à plaquer, et cela suffit pour réparer le défaut. Cependant, lorsqu'il arrive que le placage s'est soulevé dans une grande étendue, après avoir passé le fer à chauffer et le marteau à plaquer, on le tient assujetti pendant quelque temps avec des presses ou des châssis.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que du placage des surfaces planes ; il nous reste à décrire le placage des surfaces courbes, telles qu'une colonne, par exemple.

Le bâti de la colonne est en chêne, il est tourné dans toute sa longueur ; il s'agit de couvrir cette pièce de placage. Les ébénistes emploient aujourd'hui un instrument fort commode, qu'ils nomment *mécanique ;* c'est une espèce de tour en chêne construit d'une manière particulière ; il est formé d'un sommier très épais, plus long que la colonne. Aux deux extrémités s'élèvent deux fortes poupées, dont une porte seulement une pointe fixe en acier : cette poupée peut s'avancer ou se reculer comme les poupées d'un tour, selon la longueur de la colonne ; l'autre porte une pointe mobile qu'on fait tourner à l'aide d'une manivelle. Cette pointe est presque aussi grosse que la colonne ; elle est en bois, et ne peut obtenir qu'un mouvement de rotation lorsqu'on tourne la manivelle. Au centre de la base de ce cylindre, du côté de l'intérieur du tour, est fixée une pointe en acier ; c'est la seconde pointe du tour. Deux ou trois pointes pareillement en acier sont placées sur la même base, mais à une certaine distance de la pointe qui est au centre ; on en connaîtra l'usage dans un instant.

La *mécanique* ainsi disposée, on présente la base supérieure de la colonne en face des trois ou quatre pointes dont nous venons de parler, de manière que la pointe qui est au centre se présente devant le trou sur lequel la colonne a été tournée. A l'aide de quelques coups de marteau frappés sur la base inférieure de la colonne, on force les deux ou trois pointes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont nous avons parlé d'entrer dans la base supérieure; on approche l'autre poupée, et l'on fait entrer sa pointe dans le trou qu'on aperçoit au milieu de cette base, et qui a servi à tourner la colonne. Par cette disposition, la colonne ne peut tourner que par le moyen de la manivelle.

Tout étant ainsi disposé, et la feuille de placage qui doit envelopper la colonne étant fortement mouillée avec de la colle très claire, et suffisamment ramollie pour qu'elle ne se casse pas en la contournant, on passe de la bonne colle sur toute la surface de la colonne, ainsi que sur la feuille de placage, et on l'applique promptement sur la colonne en appuyant dessus avec la panne du marteau à plaquer, de la même manière que nous l'avons indiqué pour les surfaces planes; et l'on ajuste parfaitement les deux bords, qui doivent être dans un contact parfait dans toute leur étendue. Alors on prend une corde, qu'on fixe parfaitement à l'extrémité de la colonne; on la tend fortement pendant qu'un apprenti tourne lentement la manivelle. Cette corde enveloppe en hélice toute la colonne, de manière qu'on ne voit plus de placage. On fixe l'autre bout de la corde, on enlève la colonne de dessus la mécanique, et on laisse sécher.

Manière de polir et de finir l'ébénisterie. Le sciage des feuilles de placage est aujourd'hui tellement perfectionné, qu'il est rare qu'on ait besoin de replanir sa surface au rabot à dents ou au rabot à fer vertical. On n'emploie presque plus que le racloir, qui n'enlève que très peu de bois et fait disparaître les traits légers qu'avait laissés la scie. Mais comme le placage est si mince, il faut avoir bien soin de ne faire agir le racloir que lorsqu'on est bien assuré qu'il n'y a aucune boursouflure, et que la feuille est parfaitement collée sur toute son étendue; sans cela on s'exposerait à faire des trous, qu'il est difficile de réparer d'une manière imperceptible, et dont la vue ne soit pas choquée.

Lorsque le râcloir a bien uni les surfaces, on achève le polissage avec la PIERRE PONCE à sec, la PEAU DE CHIEN ou le PAPIER A POLIR qui la remplace, la PRÊLE et les FROTTOIRS.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les traits ayant été enlevés, on passe uniformément une couche de vernis, et pendant qu'il est encore humide, à l'aide d'un tampon formé de linge fin qui renferme un peu de laine, on polit le vernis jusqu'à ce qu'il ait séché sur le tampon et qu'il soit parfaitement brillant. Lorsqu'on s'aperçoit que le tampon *grippe* sans que le vernis soit poli, on met une goutte d'huile d'olive sur le tampon, et l'on continue à frotter; le vernis ne tarde pas à briller. Cette opération exige beaucoup de soin et de patience.

Le vernis qu'on emploie aujourd'hui à cet usage diffère considérablement de celui que les ouvriers employaient il y a plusieurs années, et dans lesquels ils faisaient entrer une foule de substances résineuses. On a reconnu que le meilleur est formé d'alcool et de gomme laque seulement. Lorsqu'on a besoin d'employer un vernis coloré, on prend ces sortes de vernis dans la classe des vernis à l'alcool. (*V.* le mot VERNIS.)

Aux mots MARQUETERIE et MOSAÏQUE, ou PEINTURE en bois, nous ferons connaître ce genre d'ébénisterie, qui n'est guère de mode aujourd'hui, mais qui pourrait bien reprendre, car les modes font le cercle.

ÉBISELER (*Technologie*). C'est la même chose que CASSEFREINDRE. (*V.* ce mot, T. IV, pag. 416.)

ÉBOTTER (*Technologie*). Ce mot a la même signification que *étêter*; c'est couper la tête d'un arbre, d'un clou, d'une épingle, etc.

ÉBOURGEONNEMENT (*Agriculture*). Lorsqu'on a retranché quelques branches à un arbre, on voit souvent la sève, au plus tard dans l'année suivante, se créer un chemin par les bourgeons qui naissent en diverses parties. Si on laissait pousser les rameaux qui doivent naître de ces bourgeons, la sève se dirigerait avec abondance, et se détournerait des parties vers lesquelles on veut qu'elle se porte de préférence, soit pour nourrir une greffe, soit pour donner à l'arbre une belle forme. On retranche donc ces rameaux lorsqu'ils ont déjà 4 à 5 pouces de longueur, et que la première force de la sève est employée à produire ces jets; c'est ce qu'on appelle *ébourgeonner*. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

but de cette opération est donc de retrancher des rameaux superflus, de maintenir entre les branches un équilibre exact, et enfin d'assurer la fécondité de l'arbre jusque dans l'avenir. On enlève aux branches des espaliers, celles qui pointent en avant ou poussent en arrière perpendiculairement au mur. Les arbres qui, tels que le pêcher, produisent chaque année une multitude de branches difformes, s'épuiseraient promptement, ne donneraient que des fruits médiocres et ne pourraient être *palissés*, si l'on n'enlevait les rameaux superflus à mesure qu'on les voit s'alonger et se renouveler; il faut que chaque branche trouve sa place sur le mur où l'*éventail* est développé, sans gêner ni même toucher les branches voisines. C'est à la fin de mai, ou au commencement de juin, qu'on doit faire cette espèce de *taille*, en prévoyant celle du printemps suivant, et attachant de suite, avec du jonc flexible ou de la paille, les rameaux conservés. Des principes analogues doivent guider le jardinier pour conduire les arbres en *buisson*, en *contre-espalier*, en *quenouille*, etc. C'est, en général, une des opérations les plus difficiles et les plus utiles du jardinage.

La vigne doit être taillée fort courte; aussi pousse-t-elle ordinairement une multitude de jets, qui doivent être retranchés dès que le raisin est formé. La vigueur végétative de cet arbuste, dont on enlève par la taille presque toutes les pousses de l'année précédente, se répand en un grand nombre de rameaux qui pourraient épuiser la sève et nuire à la récolte présente et future. De ces bourgeons, les uns se forment sur le vieux bois, où ils ne produisent guère que des rameaux débiles et sans espérance; d'autres viennent dans les aisselles des feuilles, sur les pousses vertes de l'année. On doit les enlever avec soin, en ménageant surtout les jeunes fruits, et même quelquefois retrancher les sommités de la tige et une partie des feuilles. On attache avec un brin de jonc ou de paille le rameau conservé, pour éviter qu'il ne devienne le jouet du vent. Mais il faut veiller avec soin, en faisant cet ébourgeonnement, à ne pas casser la pousse, qui, à sa naissance sur le cep, est d'une grande fragilité. En faisant cette opération trop tard,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les vents cassent un grand nombre de ces jets; en la faisant trop tôt, on risque en poussant le jet pour le lier, de le casser soi-même. Les vignes qui ont été frappées de gelée ne doivent pas être ébourgeonnées.

ÉBRANCHEMENT. *V.* ÉLAGAGE.

ÉBROUDAGE, ÉBROUDEUR (*Technologie*). Dans la filerie, on exprime, par le mot *ébroudage*, l'action de passer le fil métallique dans la filière. On donne le nom d'*ébroudeur* à l'ouvrier qui est chargé de cette opération.

ÉBUARD (*Technologie*). On donne ce nom à un coin de bois dur dont on se sert pour fendre le bois.

ÉBULLITION (*Arts physiques*). Lorsqu'on expose un vase ouvert contenant de l'eau à l'action du feu, la chaleur qui pénètre à travers les parois du vase atteint les couches liquides contiguës aux parois : l'eau ainsi échauffée se dilate, devient plus légère spécifiquement, et monte à la surface, faisant ainsi place à de l'eau plus froide qui s'échauffe de même et monte à son tour. La chaleur se répand ainsi dans la masse entière, non point par simple communication à la manière des substances qui conduisent bien le calorique, mais par une translation et un mélange des parties à différentes températures. L'action du feu détermine donc dans la masse liquide une agitation qui devient de plus en plus vive, et qu'on rend bien sensible en chargeant l'eau de poudres colorées à peu près aussi denses qu'elle, et qui sont visiblement entraînées dans le mouvement ascensionnel. On peut même faire bouillir l'eau supérieure tandis que l'inférieure cesse d'être à une basse température; il ne faut pour cela qu'appliquer la chaleur aux parties élevées en y plongeant un cylindre de métal rempli de charbons ardents et construit de manière à empêcher l'eau d'y entrer, tandis que l'air arrive à l'ouverture d'en haut pour alimenter le feu. Ainsi, l'eau ne s'échauffe pas par communication, et ce liquide est peu *conducteur*, c'est-à-dire peu perméable au calorique.

Lorsque l'accumulation de la chaleur se fait rapidement, la liqueur s'agite, devient trouble, parce que l'air qui s'y trouve en dissolution prend plus de légèreté que l'eau, par sa grande

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dilatabilité, et la différence de densité surmonte l'attraction du liquide et l'adhérence des parties; l'air se dégage donc, et c'est un des moyens les plus commodes de rendre un liquide exempt d'air, que de le soumettre à l'expérience dont nous parlons. En la continuant, l'eau elle-même se réduit en vapeur, et comme l'eau qui est contiguë aux parois échauffées prend la première cet état élastique, les bulles de vapeur d'eau fendent le liquide pour s'échapper en montant; mais le reste de la masse n'étant pas encore arrivé à la température où la vapeur peut se former, les bulles ascendantes y répandent leur température et reprennent la forme liquide: on voit donc les bulles monter et disparaître dans la masse.

Mais dès que l'eau s'est assez échauffée pour permettre aux bulles de sortir, le liquide est alors en *ébullition*, c'est-à-dire dans un état d'agitation qui laisse dégager dans l'atmosphère les bulles de vapeur qui se sont formées sur les parois contigües au feu. Ce n'est d'abord qu'une sorte de *frémissement*, auquel la masse entière ne semble pas participer; mais bientôt la vapeur s'élève par torrens, et le liquide *bout*. L'action du feu fournit à l'eau toute la chaleur nécessaire à la vaporisation, jusqu'à ce que toute l'eau ait disparu.

Tous les liquides éprouvent des actions semblables à celle que nous venons de décrire, mais avec des circonstances accidentelles propres à chaque espèce. Le lait, par exemple, élève, par l'action du feu, les parties butireuses et caséeuses qui entrent dans sa substance, et n'y sont que dans un faible état de combinaison. La surface se charge donc peu à peu des parties les plus épaisses, qui se réunissent en une sorte de peau ou de membrane; les bulles de vapeur ne peuvent plus se dégager de la masse sans soulever cette pellicule, et l'on voit la matière se gonfler et même se répandre hors du vase, si les parois ne sont pas assez élevées. Le sirop de sucre, et une grande quantité de liquides, présentent les mêmes phénomènes; et il faut souvent, dans les Arts, se mettre en mesure de les empêcher, soit en écumant le liquide pour ouvrir un passage à la vapeur, soit en le retirant du feu, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'ébullition est un des procédés les plus employés pour *concentrer* les liquides, c'est-à-dire pour en dégager l'eau qui *étend* les dissolutions, du moins lorsque la chaleur n'altère ni ne décompose la substance. C'est ainsi qu'après avoir concentré jusqu'à un certain point les eaux salées qu'on retire du sein de la terre, ou des mers, soit en les exposant à l'action de l'air dans des BATIMENS DE GRADUATION, soit en laissant la chaleur du soleil pénétrer tranquillement le liquide, on porte ensuite l'eau salée dans des chaudières où le feu achève de faire précipiter le SEL MARIN (*V.* ce mot). Comme ce sujet est traité avec détail dans toutes les circonstances où les différens Arts emploient ce procédé, nous renvoyons aux articles spéciaux où l'on en fait usage. (*V.* ACIDE, ALCALIS, CONCENTRATION, etc.)

La quantité de chaleur nécessaire pour amener un liquide à l'ébullition (*V.* CHALEUR), et sa température à cet instant, varient avec les diverses substances et aussi avec la densité de l'air; et d'abord on remarque que, dans le vide, la vaporisation est instantanée; il faut regarder l'air comme retardant cet effet par la compression qu'il exerce à la surface: diminuez la densité de l'air, et l'ébullition se fera à une température plus basse. C'est ainsi que sous la machine pneumatique, l'eau qu'on fait bouillir dans le vide ne pouvant recevoir l'état de vapeur qu'en prenant du calorique aux corps voisins, et principalement à l'eau encore liquide, celle-ci se refroidit de plus en plus, et va même jusqu'à se glacer, telle est l'expérience de Leslie, où l'on a soin de reproduire, sans cesse le vide, en enlevant la vapeur à mesure qu'elle se forme. On voit ainsi de l'eau bouillir, quoique à la température zéro, chargée de petits glaçons.

Dans l'air soumis à la pression barométrique de 76 centimètres, l'eau bout à une température constante qu'on appelle 100 *degrés* (*V.* THERMOMÈTRE): c'est qu'alors la force expansive de la vapeur, qui est comprimée par le poids de l'air, est plus forte que cette pression et la surmonte. L'eau est alors à la même température que sa vapeur, lorsqu'elle n'a pas encore pu se dégager, s'étendre, et, par cet accroissement de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

volume, perdre de sa chaleur sensible. Si l'on se transporte sur le sommet d'une montagne, la pression de l'air y est moindre, le mercure du baromètre s'y tient moins haut, et l'ébullition se fait à une plus basse température. On peut regarder comme un fait d'expérience que pour tous les lieux qui ne sont pas élevés de plus de 400 mètres (200 toises) au-dessus du niveau des mers, une diminution d'un pouce (27 millimètres) dans la colonne barométrique répond à 1° de moins dans la température de l'ébullition de l'eau, 2 pouces à 2°; ainsi, à 27 pouces de pression, l'eau bout à 99 degrés centigrades; à 26 pouces, elle bout à 98°; à 29 pouces, elle bout à 101°; à 30 pouces, à 102°; mais au-delà de ces limites, la loi de variation est plus composée, comme on va l'expliquer.

Réciproquement, si l'eau est dans un vase hermétiquement clos, à mesure que la chaleur pénètre le liquide qui s'y trouve renfermé, la vapeur qui se développe se comprime de plus en plus, y acquiert une force élastique croissante, et peut produire une pression de 2, 3, 4 atmosphères, et au-delà; le terme de l'ébullition se retarde de plus en plus, et le liquide peut certainement acquérir la température rouge ou de 500 degrés, sans bouillir, si les parois du vase offrent une suffisante résistance pour s'opposer à la force expansive, qui devient alors énorme (*V.* Vapeur, Digesteur de Papin, Autoclave). La présence des sels en dissolution et celle de la pression atmosphérique, s'accordent donc pour retarder l'instant où le liquide doit bouillir.

Lorsque l'eau est pure, le terme où commence son ébullition arrive lorsque la force de la vapeur est devenue capable de surmonter la pression de l'atmosphère. Nous donnerons, au mot Force élastique, la table des forces élastiques de la vapeur d'eau à différentes températures, et les nombres qui mesurent ces forces. Ces tensions sont exprimées par les hauteurs auxquelles elles peuvent soutenir la colonne de mercure dans le baromètre, et expriment aussi l'état où devrait être la pression atmosphérique pour que ce liquide pût bouillir aux divers degrés du thermomètre centigrade. On y verra,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par exemple, qu'à 80° et à 122° $\frac{1}{2}$, les tensions de la vapeur d'eau sont 352,10 et 1520 millimètres de mercure. Le premier de ces nombres indique que si l'on s'élève sur une montagne où la pression barométrique ne soit que de 352^{mm} (au lieu de 760 qu'elle est ici-bas, à peu près), l'ébullition de l'eau commencera au 80^{e} degré centigrade. Le deuxième nombre indique, au contraire, que dans un vase où la vapeur exerce la pression de 1520 millimètres, qui est celle de deux atmosphères, l'eau ne bout qu'à 122° $\frac{1}{2}$.

On a essayé de faire servir cette propriété à la détermination des hauteurs des montagnes : on sait que ces hauteurs se déduisent de la pression barométrique et de la température qu'on y éprouve, comparées à celles qu'on observe à une station inférieure (*V.* Hauteurs). Mais si l'on n'a pas de baromètre, on peut connaître la pression de l'air en remarquant, avec un thermomètre fort sensible, le point précis où l'eau entre en ébullition ; car la température de la vapeur à ce moment donne la hauteur du mercure dans le baromètre, d'après la table des forces élastiques de la vapeur. Comme ce dernier instrument est d'un transport difficile, on pourrait de la sorte éviter les embarras et les soins qu'il exige dans les localités d'un difficile accès. Mais comme on ne peut espérer de précision dans ces mesures qu'autant que le thermomètre est bien exact et fort sensible, les degrés doivent y être assez longs pour qu'on puisse aisément apprécier les fractions ; il devient donc nécessaire d'avoir plusieurs thermomètres dont l'échelle soit limitée pour chacun à une étendue convenable. Il ne faut pas oublier que, bien que l'eau bouille sur les sommités à de plus basses températures que dans la plaine, il est plus difficile de l'amener à l'ébullition, à cause de la rareté de l'air, qui, sous un même volume, contient beaucoup moins d'oxigène.

Lorsque les liquides qu'on veut faire bouillir sont de nature à être altérés par l'action immédiate du feu sur les parois des vases qui les contiennent, on obtient l'ébullition par un procédé fort simple, qui consiste à introduire dans le liquide de la vapeur d'eau produite par l'ébullition dans un vase séparé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une chaudière contient l'eau qu'on entretient bouillante; elle est fermée et communique par un tuyau avec le liquide qu'on veut échauffer. Comme chaque portion de vapeur, en redevenant eau, abandonne dans son changement d'état (*V.* CHALEUR) les 550 degrés de chaleur qui lui ont été donnés pour la constituer à l'état de fluide élastique, la vapeur devient un moyen de transporter le calorique dans un vase qui est éloigné du foyer, et qui peut être construit en bois. On emploie cet ingénieux procédé pour élever la température des bains de teinture, des eaux thermales d'Enghien, des sirops de sucre, etc. Un nombre quelconque de vases mis en communication par des tuyaux avec une seule chaudière, sont amenés de la sorte à l'ébullition. Un avantage très précieux qui résulte de cette méthode, c'est qu'on peut à son gré gouverner la température, parce que, en ouvrant ou en fermant des robinets, on donne ou l'on ôte à volonté et subitement l'accès à la vapeur. Il ne faut pas oublier de dire que la vapeur résolue en eau se mêle au liquide qu'elle échauffe; par conséquent, toutes les fois que l'on ne veut pas étendre la liqueur d'eau, au lieu de faire rendre et condenser la vapeur dans le bain à échauffer, on l'y fait circuler dans des tuyaux où la condensation s'opère (*V.* ce qui a été dit T. V, page 97, sur le CHAUFFAGE A LA VAPEUR); et si l'on a besoin d'une température supérieure à 100°, comme il arrive pour la cuisson des sirops de sucre, il faut donner aux parois des tuyaux et de la chaudière, assez de résistance pour pouvoir y coercer la vapeur et en élever la tension à un degré déterminé. (*V.* MANOMÈTRE et MACHINE A VAPEUR A HAUTE PRESSION.)

Je terminerai en donnant une table extraite du *Quarterly Journal of Science*, n° 33, qui résulte des expériences de M. Griffiths sur les dissolutions des sels dans l'eau. Ce savant s'est proposé de connaître à quels degrés de température bouillent les dissolutions salines saturées sous la pression atmosphérique de 762 millimètres de mercure, et quelles sont les proportions de sels dissous dans cette circonstance. Il a donc fait bouillir de l'eau chargée des sels qu'il voulait soumettre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'expérience, et en assez forte proportion pour qu'une partie du sel restât au fond du vase sans pouvoir se dissoudre au degré d'ébullition ; puis, après avoir mesuré cette température avec un excellent thermomètre, il a décanté la liqueur pour en peser une partie : faisant évaporer l'eau et desséchant bien le sel précipité, il a pesé de nouveau, afin de conclure de ces deux pesées le rapport du sel à l'eau de dissolution.

NOMS DES SELS.	POIDS de sel sec dissous dans 100 d'eau.	POIDS de l'eau.	DEGRÉS centigrades de l'ébullition.
Acétate de soude	60	40	124
Nitrate de soude	60	40	118,8
Sel de seignette	90	10	115,5
Nitrate de potasse	74	26	114,4
Muriate d'ammoniaque	50	50	113,3
Sulfate de nickel	65	35	112,2
Tartrate de potasse	68	32	112,2
Muriate de soude	30	70	106,6
Nitrate de strontiane	53	47	106,6
Sulfate de magnésie	57,5	42,5	105,5
Sur-sulfate de potasse	indét.	indét.	105,5
Borax (sous-borate de soude)	52,5	47,5	105,5
Phosphate de soude	indét.	indét.	105,5
Sous-carbonate de soude	indét.	indét.	104,4
Muriate de baryte	45	55	104,4
Sulfate de zinc	45	55	104,4
Alun	52	48	104,4
Oxalate de potasse	40	60	104,4
—— d'ammoniaque	29	71	103,3
Acide borique	indét.	indét.	103,3
Prussiate de potasse	55	45	103,3
Chlorate de potasse	40	60	103,3
Sulfate de potasse et de cuivre	40	60	102,7
—— de cuivre	45	55	102,2
—— de fer	64	36	102,2
Nitrate de plomb	52,5	47,5	102,2
Acétate de plomb	41,5	58,5	101,6
Sulfate de potasse	17,5	82,5	101,6
Nitrate de baryte	26,5	73,5	101,1
Bitartrate de potasse	9,5	90,5	101,1
Acétate de cuivre	16,5	83,5	101,1
Prussiate de mercure	35	65	101,1
Sublimé corrosif	indét.	indét.	101,1
Sulfite de soude	31,5	68,5	100,5

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'auteur fait observer qu'il semblerait que les sels les plus solubles dussent retarder le point d'ébullition davantage que les autres sels ; mais on voit qu'il n'en est pas ainsi. Par exemple, le sulfate de soude, dont les cristaux sont liquéfiés par la chaleur et bouillent dans leur eau de cristallisation, entre dans la proportion de 31 ½ sur 68 ½ d'eau ; et cependant le point d'ébullition n'arrive qu'à ½ degré au-delà de l'eau pure. Le tartrate de potasse, qui est très déliquescent, et dont la solution contient 68 pour cent, bout à 112°,2, tandis que le muriate d'ammoniaque bout à 113°,3, quoique l'eau atmosphérique soit sans effet sur ce sel, et que l'eau n'en puisse dissoudre qu'un poids égal au sien. Le sel de seignette bout à 115°,5, et l'acétate de potasse à 124°,4, quoique la dissolution du premier contienne moitié plus de sel que le second.

M. Griffiths déclare n'avoir pu déterminer avec exactitude les degrés d'ébullition des substances suivantes, parce qu'il est très difficile d'atteindre à la saturation. Ses résultats ne peuvent donc être regardés que comme approximatifs.

Soude pure à.....	215°6 ;	la solution ronge la boule du thermomètre.
Nitrate d'ammoniaque..	182,2	
— de cuivre.....	173,3	
Potasse caustique.....	157,7 ;	augmentant rapidement par la chaleur.
Acide oxalique.....	112,2 ;	se sublime à 121°,
Carbon. d'ammoniaque.	82,2 ;	s'évapore au-dessus de ce terme, et l'eau reste.

On n'a pu soumettre à l'expérience les sels trop facilement solubles, ni ceux qui changent de composition lorsqu'on les échauffe.

Les degrés thermométriques auxquels l'ébullition a lieu ne sont plus les mêmes lorsqu'au lieu de se servir d'un vase de métal lisse intérieurement, la surface est hérissée d'aspérités

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on a remarqué que, dans ce dernier cas, le liquide bout à quelques degrés au-dessous du terme ordinaire. Les Arts se servent avec avantage de cette propriété singulière et encore inexpliquée, pour hâter l'évaporation et ménager le combustible. C'est ainsi que l'on opère pour concentrer l'acide sulfurique. Ce liquide a une grande affinité pour l'eau, et surtout lorsqu'il approche de son *maximum* de densité; il est dense et d'une consistance comme oléagineuse; la vapeur que développe la chaleur ne peut se créer un passage que difficilement au travers de la liqueur, et qu'en la secouant violemment, ces secousses projettent même l'acide et peuvent causer des dégâts. Mais en mettant dans le vase du verre pilé, du sable, de la poudre ou de la tournure de platine, ou enfin toute autre substance inattaquable par l'acide, l'ébullition se fait à un moindre degré de chaleur et avec tranquillité; on se rend maître de l'opération, et la condensation se fait sans accidens.

Nous avons dit, T. I, page 131, que cette évaporation doit être faite dans des vases de platine, mais qu'il faut éviter d'y laisser les moindres traces de plomb, qui à cette température, s'uniraient au platine et y feraient de petits trous.

ÉCACHEUR, ÉCACHER (*Technologie*). Ce mot exprime l'action de froisser, de briser par une pression violente; c'est le nom de l'ouvrier qui exerce cette action.

L'*écacheur*, chez le CIRIER, est celui qui pétrit la cire et qui la manie assez pour n'y point laisser de parties plus dures les unes que les autres; ce qui ferait rompre l'ouvrage. On n'écache que la cire qu'on veut travailler à la main. Il y a des *ciriers* qui écachent sur une espèce de table qu'ils nomment *braie*.

Chez le TAILLANDIER, l'*écacheur* est celui qui, au lieu de blanchir à la lime les faucilles, les croissans, etc., les dresse et les *écache* sur la meule.

Chez le TIREUR D'OR, l'*écacheur* est l'ouvrier qui aplatit le fil en le faisant passer entre deux meules de son moulin. C'est une des opérations du FILEUR D'OR.

ÉCAFER (*Technologie*). C'est, en terme de VANNIER, partager l'osier en deux, afin de l'amincir de manière qu'il soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

assez plat pour embrasser et faire plusieurs tours sur le moule de l'ouvrage. L.

ÉCAILLE (*Technologie*). L'écaille est la coque ou la couverture de la tortue, animal amphibie et testacé. Les naturalistes appellent cette coque *carapace*.

On distingue plusieurs espèces de tortues; mais toutes n'ont pas de l'écaille. Le *caret*, qui est une tortue de mer qu'on trouve en Asie et en Amérique, est très recherché, non pour sa chair, toujours agréable et quelquefois malsaine, mais pour sa carapace, dont la substance est cette belle écaille dont on fait différens ustensiles et des bijoux. Cette carapace a treize lames superposées les unes aux autres.

L'écaille a trois couleurs distinctes, le *blond*, le *brun* et le *panaché*. Quelquefois une ou deux de ces trois couleurs dominent; mais elles sont rarement seules.

En général, l'écaille est transparente, dure et très fragile. Quoiqu'elle soit à peu près du genre des cornes, elle est beaucoup moins liante que ces dernières; ce qui vient de ce qu'elle a moins de parties grasses qui en unissent les fibres les unes aux autres. L'écaille est cependant très malléable, et acquiert beaucoup de ductilité par le moyen du feu ou de l'eau bouillante; mais lorsqu'elle est refroidie, elle reste dans la forme qu'on lui a donnée, et devient aussi cassante qu'auparavant.

L'écaille a une propriété très singulière, c'est qu'on la soude sans avoir besoin d'aucun agent quelconque.

Les feuilles d'écaille sont ordinairement bombées sur leur surface; c'est pourquoi la première chose à faire, pour les rendre propres à être employées, est de les redresser. Pour cela, on les fait tremper pendant un temps suffisant dans l'eau bouillante, jusqu'à ce qu'elles soient amollies; ensuite on les place sous la presse les unes sur les autres, en les séparant par des plaques de fer ou de cuivre de deux lignes d'épaisseur, bien droites sur leurs surfaces, et qu'on a fait chauffer auparavant. On serre la presse petit à petit, et on laisse le tout se bien refroidir avant de les retirer.

L'écaille se redresse aussi au feu, en la présentant devant la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

flamme d'un feu clair; mais il faut la remuer continuellement, sans quoi elle brûlerait et ne serait plus bonne à rien. On ne risque pas de la gâter en la faisant tremper pendant un temps suffisant dans l'eau bouillante; on doit par conséquent préférer cette manipulation à l'autre. Il est d'ailleurs prouvé que le feu change la couleur de l'écaille; ce que ne fait pas l'eau bouillante.

Manière de mouler l'écaille.

Le moule, quelque forme qu'il ait, doit être composé de deux parties, comme les moules à fondre les cuillères d'étain. On doit avoir aussi une petite presse en fer qui puisse contenir le moule.

La feuille d'écaille préparée, comme nous l'avons déjà dit, c'est-à-dire redressée, on la met d'épaisseur soit avec le Gnat-toir, soit avec le Rabot a dents, ensuite on la ramollit dans l'eau bouillante, et l'on approche les deux parties du moule qu'on a fait chauffer auparavant, de manière que les quatre goujons ou repères commencent à entrer dans les trous. On place le moule sous la presse, et l'on fait appuyer seulement la vis jusqu'à ce qu'on éprouve une légère résistance; alors on met le tout dans l'eau bouillante, et l'on serre la vis petit à petit, jusqu'à ce que les deux parties du moule se touchent exactement. On retire aussitôt la presse de l'eau bouillante, et on laisse refroidir. On fait tremper le moule dans l'eau fraîche pendant un quart d'heure avant d'en retirer l'écaille, qui ne perd plus alors la forme qu'on lui a donnée.

Manière de souder l'écaille.

Pour souder deux morceaux d'écaille ensemble, il faut d'abord limer en Biseau ou en Chanfrein les deux bords qui doivent se joindre, de manière que les deux biseaux aient la même inclinaison, et qu'ils se conviennent parfaitement. On les place l'un sur l'autre, et quand ils joignent bien ensemble, on les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entoure de papier un peu fort, plié en trois ou quatre doubles; on arrête le tout avec du fil. Pendant ce temps on fait chauffer des pinces qui ressemblent à des fers à papillottes, mais les mâchoires sont assez grandes pour qu'elles embrassent toute la longueur du joint, qu'on serre avec ces dernières jusqu'à ce qu'on s'aperçoive que l'écaille devenue molle ploie par son propre poids, ou du moins obéisse aisément sous le doigt. Alors on la retire des pinces, on la laisse refroidir, et elle est parfaitement soudée.

Il faut prendre garde que les pinces ne soient pas trop chaudes, car elles brûleraient l'écaille sans la souder : il faut, par conséquent, avant que de serrer le joint avec les pinces, les essayer sur du papier, comme on le fait pour les papillottes; elles sont à un point de chaleur convenable, lorsqu'elles ne font que rousir un peu le papier sans le brûler.

La construction des mâchoires de ces pinces est un objet très important et auquel on n'a pas fait jusqu'ici assez d'attention, ce qui fait souvent manquer l'opération, ou bien affaiblit l'écaille d'une manière inégale. Les deux mâchoires doivent s'approcher parallèlement lorsqu'elles serrent l'écaille; mais comme ces mâchoires se meuvent sur une charnière, il en résulte qu'il faudrait toujours présenter à leur action des objets qui eussent la même épaisseur pour laquelle elles ont été construites. Consulté par un ouvrier, qui désirait trouver un moyen de parer à cet inconvénient, je lui conseillai de faire construire des pinces d'après le plan que je lui donnai; il a suivi mes conseils, et il en a été très satisfait. Je sais qu'il ne laisse voir cet instrument à personne; mais comme l'invention m'en appartient, et que je connais son utilité, je saisis cette occasion où j'écris sur l'écaille pour le publier.

La fig. 1 de la Pl. 25 montre cet instrument; il a à peu près la forme d'un fer à papillottes, ou fer à friser; il n'en diffère que par la forme des mors. La longueur des bras AD, AB est proportionnelle à la longueur des soudures les plus grandes qu'on veuille faire. La face supérieure du mors GB doit être toujours plane et d'une seule pièce avec l'autre branche HA du même bras de levier qui porte le poucier H. Le second

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

levier IACED est formé de deux pièces; IAE en est une, et FD est l'autre. Cette dernière s'emmanche à charnière dans une fourche pratiquée au bout du bras CE, et joue librement sur la goupille E, de sorte que mettant les quatre doigts dans la poignée I, et le pouce dans le poucier H, lorsqu'on fait un mouvement pour fermer le mors, la surface KD du mors supérieur vient s'appliquer parfaitement sur la surface GB du mors inférieur. Il résulte de cette disposition, que quelle que soit l'épaisseur de la pièce qu'on placera entre les deux mors, elle sera pressée également par les deux mors dans tous les points de leur surface. Il s'ensuit même de cette disposition, que si la pièce qu'on soumettrait à la pression était un peu en forme de coin, c'est-à-dire un peu plus épaisse par un bout que par l'autre, elle n'en serait pas moins pressée également partout.

Il faut avoir soin que la pièce F mobile soit aussi large et aussi épaisse que la partie GB du mors fixe, afin que toutes les deux conservent la même chaleur, et ne se refroidissent pas plus vite l'une que l'autre.

On soude aussi l'écaille par le moyen de l'eau bouillante. Pour cela, on dispose le joint en flûte, puis on met les deux pièces ajustées dans la presse, entre deux morceaux de cuivre, en observant que les joints se chevauchent un peu. On serre médiocrement la vis, pour mieux assujettir les morceaux à leur place; et quand on est certain qu'ils sont bien, on met le tout dans l'eau bouillante, après quoi on achève de serrer les vis de la presse, pour faire prendre le joint de l'écaille à mesure qu'elle s'amollit.

De quelque manière qu'on soude l'écaille, il faut avoir grand soin que les joints soient très vifs et très propres, parce que la moindre particule de graisse ou d'ordure empêcherait l'adhésion de la soudure. Il faut même éviter de diriger la haleine sur ces joints, ni d'y toucher avec les doigts.

Quand on soude deux morceaux d'écaille ensemble, il faut les choisir de manière qu'à l'endroit du joint, leurs couleurs ou leurs nuances soient à peu près semblables, afin que le joint ne soit pas apparent, ou le soit le moins possible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ouvrages en écaille fondue.

On a vu depuis quelques années, répandus dans le commerce, des ouvrages en écaille fondue, et surtout des tabatières assez belles, mais rarement transparentes. Le procédé en a été long-temps tenu secret. Un habile ouvrier en ce genre me l'a communiqué avant de partir pour le Brésil, où il est aujourd'hui établi. Il a opéré souvent en ma présence, et ne m'en a pas demandé le secret.

Cet ouvrier ramassait tous les débris d'écaille, les rognures, les tournures, les râpures, etc., qu'il retirait de ses ouvrages, ou qu'il achetait pour peu de chose chez ses confrères. Il fabriquait des tabatières rondes, et voici comment il s'y prenait.

Il avait des moules en bronze en deux pièces, dont l'un entrait dans l'autre, comme les poids de marc; sa partie inférieure était fixée à un châssis en fer qui portait une vis à sa partie supérieure, et qui pressait sur la partie supérieure du moule. Il avait un moule semblable pour le bas de la tabatière, et un autre pour le couvercle. Il avait une cinquantaine de moules différens.

Dans un fourneau construit exprès, était placée une chaudière parallélogrammique qui contenait trois moules dans sa largeur, et huit dans sa longueur.

Ses fragmens d'écaille étaient cassés par petits morceaux; il en pesait une certaine quantité, car il avait fait beaucoup d'essais pour savoir au juste le poids de l'écaille nécessaire pour faire un fond, et celui indispensable pour faire le couvercle, y compris le déchet qui se fait en les tournant et les ajustant. Ce sont ces doses que je n'ai pas pu savoir, mais que quelques expériences feront connaître.

Il met dans chaque moule le poids voulu d'écaille en fragmens ou en râpures, il pose dessus le contre-moule et serre sa vis. Lorsque ses 24 moules sont ainsi disposés, il les arrange par ordre dans la chaudière, dont l'eau est déjà très chaude. Lorsque l'eau bout, il serre tant qu'il peut la vis de la pre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mière pièce, puis celle de la seconde, et ainsi de suite jusqu'à la 24e; puis il recommence, en entretenant toujours l'ébullition, jusqu'à ce que le contre-moule ne s'élève plus au-dessus de la surface du moule, ce qui lui annonce que le vide pratiqué entre les deux moules est rempli par l'écaille fondue.

Il entretient constamment l'eau bouillante à la même hauteur dans la chaudière, en remplaçant celle qui s'évapore par un filet d'eau bouillante que fournit continuellement un vase supérieur mis et entretenu en ébullition par le feu du même fourneau. Les têtes des vis sont constamment hors de l'eau, afin de pouvoir les tourner facilement à l'aide d'une clef. Les 24 presses se calent réciproquement, de sorte qu'elles ne peuvent pas bouger pendant qu'on serre les vis.

J'ai oublié de dire que dans le contre-moule du fond de la boîte, il a pratiqué une rainure profonde, dans laquelle il place un cercle en jolie écaille, qui doit servir à faire la gorge. Ce cercle est irrégulier dans sa partie qui est saillante hors de la rainure; c'est par là qu'il se soude avec le restant de l'écaille, et ne fait qu'une seule pièce avec elle.

Lorsque tout est froid, on démonte les moules et l'on en retire des fonds et des couvercles de tabatières moulées, sur la surface extérieure desquelles sont des dessins en relief, des figures, des sujets d'histoire, en un mot tous les sujets qu'on a gravés sur les moules. Il ne s'agit plus que de mettre les pièces sur le tour, pour les ajuster ensemble, les approprier intérieurement et les polir tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, afin de les livrer au commerce.

Lorsqu'on veut plaquer l'écaille sur des ouvrages recherchés, tels que de petits ornemens d'ébénisterie, on ne l'applique pas immédiatement sur le bois; mais, après l'avoir dressée et mise d'épaisseur, on la double pour lui donner du fond et pour que la colle et les nuances du bois ne paraissent pas au travers. Cette doublure n'est autre chose qu'une couche de noir fait avec du noir de fumée et du rouge fait avec le vermillon, délayés et broyés avec de la colle de poisson, qu'on étend sur l'écaille du côté de la chair, et qu'on recouvre ensuite avec du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

papier qu'on applique immédiatement après la couleur, qui sert de mordant pour retenir le papier. L.

ÉCARLATE. L'écarlate est une couleur des plus belles et des plus éclatantes. On ne l'a obtenue jusqu'alors qu'au moyen de la cochenille; aussi est-elle une des plus dispendieuses. Parmi les auteurs qui en ont fait mention, les uns attribuent sa découverte à un Hollandais, les autres à un Allemand établi dans les environs de Londres; ce qu'il y a de certain, c'est qu'elle a été long-temps et exclusivement préparée en Hollande, et qu'on ne la connaissait primitivement que sous le nom d'*écarlate de Hollande*. Le procédé fut introduit en France par les soins de Colbert, qui le fit exécuter aux Gobelins. Le succès obtenu dans ce bel établissement fut tel, qu'on l'attribua d'abord à toute autre cause qu'à l'habileté des ouvriers; et de là vint la grande réputation dont l'écarlate des Gobelins a joui pendant nombre d'années. On a été depuis complètement désabusé, et l'on a vu que cette couleur, plus délicate que beaucoup d'autres, exigeait des soins particuliers, et que les moindres négligences suffisaient pour ne pas réussir. Actuellement encore il est peu de teinturiers qui soient bien réellement maîtres de cette opération, et tout ce qu'on a publié à cet égard dans les divers Traités, reste insuffisant, parce que les plus habiles se réservent toujours ce qu'il y a de plus important à connaître. Nous sommes loin de nous flatter d'être plus heureux que nos prédécesseurs; mais en profitant de l'état actuel de la science, nous tenterons du moins de guider convenablement dans les essais qu'on voudrait faire, et de bien signaler les véritables difficultés.

Tous ceux qui ont écrit sur la teinture en écarlate, conviennent d'abord qu'il est impossible de fixer d'une manière invariable les proportions relatives des différentes substances qui entrent dans la composition de cette couleur, et il est bien aisé de s'en convaincre en réfléchissant qu'elle n'a réellement aucun type certain. Les uns la préfèrent avec une nuance plus jaunâtre, d'autres veulent que le rouge y domine; ceux-ci aiment mieux une couleur plus nourrie, et ceux-là une teinte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus affaiblie. On voit donc que pour satisfaire à tous les goûts, il faut nécessairement faire subir quelques modifications au procédé général, et l'on y est encore obligé par les différences qui existent entre les quantités de matière colorante contenues dans les diverses cochenilles. Ainsi, les doses que nous allons indiquer n'ont rien d'absolu, et elles devront être variées suivant l'occurrence. En général, on emploie pour chaque livre de drap ou de laine, une once de cochenille, deux onces de crème de tartre, et un gros de dissolution d'étain. Reste à savoir maintenant comment on doit procéder; mais avant de l'indiquer, nous dirons quelques mots et du choix qu'on doit faire des matières premières, et des précautions qu'il faut prendre pour réussir.

On sait d'abord que toute nuance délicate nécessite un grand degré de blanc et de netteté dans l'étoffe qui doit la recevoir; et l'écarlate est peut-être, de toutes les couleurs, celle qui exige le plus de soins sous ce rapport. Ainsi, tout ce qui peut contribuer à écarter les substances étrangères, doit être scrupuleusement observé.

L'eau qu'on emploie à cette teinture a besoin d'être bien limpide et bien pure, car toute matière qui s'y rencontrerait viendrait se réunir aux molécules colorantes, et ne pourrait que nuire à leur éclat. Les sels terreux ou métalliques sont eux-mêmes susceptibles de ternir cette belle couleur, parce que leurs bases sont ordinairement entraînées en précipitation avec la matière colorante déjà unie au mordant. Il convient donc de faire choix de la meilleure eau dont on puisse disposer, ou de l'épurer, si la localité n'en présente pas de convenable. Les moyens que les teinturiers emploient dans ce cas le plus habituellement, ne sont pas sans doute les meilleurs auxquels on puisse avoir recours; car ils se réduisent à ajouter à l'eau portée à l'ébullition une petite proportion de tartre et une assez forte quantité de son; ils enlèvent l'écume à mesure qu'elle monte à la surface. Cette méthode peut présenter quelque avantage lorsque la pureté de l'eau n'est altérée que par des particules hétérogènes tenues en suspension, et que l'acide du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tartre agglomère assez pour que l'espèce de coagulum produit par le son puisse les entraîner ; mais il serait difficile de concevoir comment ce procédé serait applicable aux eaux séléniteuses, car il y a peu de différence entre la solubilité des tartrates qui pourraient se former, et celle des sulfates ou des carbonates ordinairement contenus dans l'eau. Aussi les praticiens les plus éclairés préfèrent-ils ajouter dans ces eaux crues un peu de sous-carbonate de soude, qui décompose bien plus sûrement les sels calcaires ; on filtre ensuite au charbon et au sable, pour obtenir une eau parfaitement limpide. On peut consulter à cet égard l'article Eau, page 262 de ce volume.

La cochenille, comme nous l'avons observé, peut varier de qualité, et contenir tantôt une proportion, tantôt une autre de matière colorante ; mais rien de plus facile que de se rendre indépendant de cette condition, car il suffit d'en évaluer la quantité, et de doser proportionnellement à la richesse. Ainsi, on prend un même poids des différens échantillons de cochenille qu'on veut comparer, on les soumet à l'ébullition dans des quantités semblables d'eau, et l'on essaie successivement chacune de ces décoctions, par la méthode indiquée à l'article Chloromètre : on substitue seulement la teinture de cochenille à celle d'indigo, et au lieu que ce soit la matière colorante qui serve à titrer le chlorure, c'est l'inverse. Il est évident qu'une dissolution de chlorure étant donnée, plus il en faudra pour décolorer une même mesure de teinture de cochenille, et plus celle-ci renfermera de particules colorantes.

La dissolution d'étain mérite aussi une attention particulière, mais on manque peut-être de données bien précises sur sa nature, c'est-à-dire qu'on ne sait pas, d'une manière assez positive, dans quel état elle doit être pour obtenir la plus belle nuance d'écarlate. On pense généralement qu'il n'y a que le deuto-chlorure qui puisse produire cette couleur, et on regarde comme certain que le proto-chlorure ne la donne pas ; enfin plusieurs praticiens pensent qu'il faut la réunion de ces deux combinaisons pour bien réussir. Il est en effet probable, à en juger par la plupart des recettes connues, que presque toutes les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dissolutions d'étain employées sont dans ce cas. Resterait à connaître ensuite la proportion relative de ces deux chlorures. Pour tâcher d'éclaircir cette question, nous indiquerons d'abord comment s'opère la dissolution de l'étain dans les divers mélanges usités. En général, on prend du sel marin ou du sel ammoniac, auquel on ajoute une quantité variable d'acide nitrique et d'eau; une partie de cet acide s'empare de la base du sel et en met en liberté une quantité correspondante d'acide hydrochlorique, qui se trouve aussitôt décomposé par l'oxigène d'une autre portion d'acide nitrique, et le chlore une fois à nu se combine à toute la quantité d'étain nécessaire à sa saturation. On conçoit que si le métal est en excès, il ne pourra se former que du proto-chlorure, et que le contraire aura lieu si c'est le sel qui domine par rapport à l'étain. L'acide nitrique n'a donc là d'autres fonctions que de déshydrogéner l'acide hydrochlorique, et non pas, comme on le présumait autrefois, d'oxider l'étain et d'oxigéner l'acide muriatique. Néanmoins il peut arriver, si l'acide nitrique se trouve en excès, qu'une partie de l'étain soit oxidée; mais alors cette portion ne pourra plus rester combinée au chlore, et elle tendra à se séparer. C'est ce qui a lieu quelquefois en se servant, comme plusieurs praticiens le font aujourd'hui, d'acide *nitro-muriatique* ou *eau régale*, surtout si l'on a employé des acides trop concentrés, ou qu'on ait excité leur réaction par la chaleur. Le meilleur moyen de remédier à cet inconvénient, lorsqu'on s'en aperçoit à temps, c'est d'ajouter de l'étain bien divisé et de l'acide hydrochlorique; on diminue ainsi la prépondérance de l'acide nitrique, et son action cesse de se porter sur ce métal. Je terminerai ce paragraphe en observant que le muriate d'or est le meilleur réactif qu'on puisse employer pour reconnaître si la dissolution d'étain est entièrement passée à l'état de deuto-chlorure; car elle n'y produit alors aucun changement, tandis que lorsqu'elle contient les plus petites portions de proto-chlorure, il s'y forme immédiatement un précipité rouge-brun, qui est le pourpre de Cassius.

Le tartre, qu'on emploie aussi dans cette teinture comme mor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dant, doit toujours être choisi le plus pur possible, c'est-à-dire à l'état de crème de tartre, et celle qui contient le moins de substances étrangères mérite nécessairement la préférence. Il est facile de s'assurer de sa qualité en en faisant calciner à blanc un poids déterminé dans un petit creuset, et en titrant le résidu, qui n'est que du sous-carbonate de potasse, à la manière des alcalis. (*V.* ALCALIMÈTRE.) En prenant pour type l'essai d'un même poids de crème de tartre reconnue bien pure, on aura un terme de comparaison qui permettra d'apprécier la valeur de tous les échantillons qu'on voudra soumettre ensuite à l'examen.

On a tellement reconnu de tout temps la nécessité de se garantir, pour cette belle teinture, de l'influence des corps étrangers, qu'on a poussé la précaution jusqu'à recommander d'éviter l'emploi des vaisseaux de cuivre, et de se servir de préférence de chaudières en étain; mais ces chaudières sont d'une part assez dispendieuses, et de l'autre il est difficile de les conserver long-temps, à cause de la grande fusibilité de ce métal. On est donc souvent contraint d'avoir recours aux vases en cuivre, malgré l'inconvénient qu'ils présentent; inconvénient qu'on diminue beaucoup en maintenant ces vases d'une grande propreté. Depuis quelques années on leur substitue, avec beaucoup d'avantage, des cuves en bois, et l'on échauffe le bain à l'aide de la vapeur, ainsi que cela se pratique actuellement pour plusieurs autres teintures.

Après toutes ces notions préliminaires, il nous reste à indiquer comment on doit procéder à cette opération, et nous dirons d'abord qu'on la fait ordinairement en deux fois. On commence par donner à l'étoffe un pied de jaune, soit avec le fustet, le quercitron, ou le curcuma; on fixe cette teinture au moyen du tartre et de la dissolution d'étain, qui servent en même temps de mordant pour le bain suivant. Cette première teinture a pour objet de rehausser la couleur de la cochenille et de lui donner un plus joli reflet; quelques praticiens y ajoutent une petite quantité de cochenille, mais d'autres la réservent entièrement pour le second bain. Dans tous les cas,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il faut avoir soin, après cette première opération, d'éventer l'étoffe et de laver à grande eau avant de passer outre.

Le deuxième bain se prépare en faisant d'abord chauffer une quantité convenable d'eau, et lorsqu'elle est sur le point d'entrer en ébullition, on y délaie toute la portion voulue de cochenille pulvérisée, et on laisse en repos. Après un certain temps, on voit une espèce d'écume se rassembler à la surface; et quand le bouillon est prêt à percer, on ajoute encore une nouvelle quantité de dissolution d'étain, puis l'on brasse exactement; si la température s'élève trop, on rafraîchit un peu le bain avec de l'eau froide. C'est alors qu'on immerge l'étoffe, en ayant soin de la tourner très rapidement dans le commencement, et de s'opposer avec un bâton à ce qu'aucune partie ne surnage. On laisse bouillir environ une heure, et, après ce temps, on lève, on évente, et l'on refroidit l'étoffe, puis on lave à la rivière, et l'on fait sécher.

J'ai indiqué, dans le deuxième alinéa de cet article, les doses respectives de chacune des substances qui entrent dans la composition de l'écarlate, et j'avertis ici de nouveau qu'elles n'ont rien de définitif, et qu'on doit les modifier suivant la qualité des ingrédiens, et suivant la manière de les employer.

Je ne donnerai ici aucune explication relative à la fixation de la matière colorante, parce que ce point de théorie sera traité d'une manière générale à l'article Teinture. Je dirai seulement, pour ce qui concerne particulièrement l'écarlate, que quelques auteurs, et entre autres Bancroft, ont prétendu que cette couleur était le produit de la réunion du cramoisi et du jaune. Millar établit, dans son Traité de Chimie pratique, page 459, que le changement de cramoisi en écarlate n'est pas, comme on le suppose, l'effet du nitro-muriate d'étain, mais bien du tartre qu'on emploie; et il se fonde sur ce que, selon lui, le tartrate d'étain seul produit le même effet. Il ne paraît pas cependant qu'il en soit ainsi; du moins je tiens d'un très habile fabricant, que le tartrate d'étain ne lui a fourni aucun résultat satisfaisant.

On a reconnu que le muriate d'étain seul donnerait une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nuance trop orangée, et le tartre est particulièrement destiné à la ramener au rouge rosé et à la rendre plus nourrie. Au reste, nous remarquerons encore, relativement à la dissolution d'étain, que ses effets sont très variables suivant les proportions d'acide ou de métal qu'elle contient. Il paraît même que l'acide nitrique, lorsqu'il en reste en excès, contribue pour beaucoup à rendre, par son action particulière, la nuance plus orangée.

Tout ce que nous venons de dire prouve bien évidemment que le succès de cette opération est surtout attaché, je ne saurais trop le répéter, à la dissolution d'étain, et qu'on doit par conséquent apporter tous ses soins à bien connaître quel est l'état de combinaison et la dose particulière qu'il convient le mieux d'employer; mais il faut avouer que la science a encore très peu fait à cet égard.

Comme le bain dans lequel on a fait l'écarlate contient encore beaucoup de matière colorante, on s'en sert ordinairement pour obtenir diverses nuances, en y ajoutant quelques autres ingrédiens. (*V.* Teinture.)

Je terminerai cet article par indiquer la manière de préparer l'écarlate sur laine pour l'impression.

On fait bouillir une livre de cochenille pulvérisée dans 4 pintes d'eau, jusqu'à réduction de moitié; on passe le tout sur un tamis de soie. On réitère cette même ébullition trois autres fois, puis on réunit les huit pintes de décoction, pour les épaissir convenablement avec deux livres d'amidon, et l'on fait cuire comme si c'était de l'empois. On laisse refroidir ensuite jusqu'à 40°, et l'on y ajoute 4 onces de dissolution d'étain, et 12 onces de sel d'étain ordinaire. Cette couleur se fixe comme toutes les autres, en la soumettant pendant deux heures à l'action de la vapeur.

Lorsqu'on veut avoir un rouge ponceau, on ajoute 2 onces de curcuma en poudre avec la cochenille.

La dissolution d'étain dont nous venons de faire mention se fait de la manière suivante: On prend

1 once d'acide nitrique à 36°;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1 once de sel ammoniac ;
4 onces d'étain en grenaille.

On partage l'étain en huit doses à peu près égales, et l'on en ajoute une tous les quarts d'heure environ. R.

ÉCARRISSEUR. On appelle ainsi celui qui fait métier d'abattre les chevaux hors de service, pour les dépecer et tirer parti de la peau, de la graisse, des muscles, des fers, des crins, des os et de la chair musculaire qu'il en peut tirer (1). Il achète, pour le même usage, les chevaux morts de maladie ou accidentellement, ceux mêmes qui se sont cassé une jambe, leurs fractures ne pouvant être réduites ; en sorte que ces animaux de toutes les conditions passent en définitive entre les mains de l'écarrisseur.

L'écarrissage auprès des grandes villes a formé, presque de tout temps, une opération assez lucrative pour les gens qui s'y sont livrés ; mais il a été constamment un sujet de plainte de la part des habitans voisins de ces boucheries d'une espèce particulière, et de tracasseries continuelles pour l'autorité administrative (2). Les inconvéniens les plus graves n'ont tenu cependant qu'au manque de dispositions convenables dans le local affecté à ces tueries, et leur trop grande proximité des ha-

(1) On nommait *écorcheurs* (du mot latin *excoriare*), les gens qui font ce métier. Le nom d'*écarrisseur* est actuellement consacré par l'usage.

(2) La quantité de chevaux abattus près de Paris, s'élève aujourd'hui à 11000 par année.

Un Mémoire fort étendu, rédigé par une commission composée de MM. D'Arcet, Huzard, Damoiseau, Rolan et Parent du Châtelet, que les auteurs ont bien voulu me communiquer, vient d'être présenté au Préfet de police de Paris. On y voit que, depuis plus de 40 ans, les particuliers ont sans cesse porté des plaintes contre les écarrisseurs, dont le voisinage leur envoyait des exhalaisons d'une odeur fétide, et que tous les efforts de l'administration n'ont pu prévenir les inconvéniens attachés à cette profession. On trouve, dans cet ouvrage, des détails extrêmement curieux sur l'état de barbarie dans lequel l'écarrissage est encore de nos jours, et sur les moyens de l'en tirer. Je n'ai pu en extraire qu'une esquisse fort abrégée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bitations : elles devraient être construites sur le modèle des abattoirs de Paris, dans un lieu écarté. Il y aurait, au reste, peu de modifications importantes à apporter aux procédés en usage. Nous allons les décrire, et nous ferons connaître les conditions plus favorables dans lesquelles on devrait les pratiquer.

Les écarrisseurs se procurent les chevaux vivans en les achetant, à prix défendus, chez les particuliers, dans les marchés, etc. Ils enlèvent également les chevaux morts, sur l'ordre de la police ou l'avertissement qu'ils en reçoivent des particuliers. Les chevaux vivans sont conduits isolément ou plusieurs ensemble à la suite de la voiture qui est destinée à transporter les chevaux morts. Cette voiture en pente, munie d'un moulinet et de cordes, permet à un seul homme de hisser un cheval attaché par la queue. Les ridelles de la voiture sont inclinées et très basses à l'arrière, pour que les pieds ne s'accrochent pas en montant.

Le transport des chevaux morts présente plusieurs inconvéniens; le sang et les liquides qui s'en écoulent assez ordinairement, laissent sur leur passage des traces dont l'aspect et l'odeur sont dégoûtans. Il serait à désirer que les fonds des voitures fussent assez bien joints pour que les liquides se rassemblassent dans un petit coffre doublé de cuivre, où la pente les conduirait.

Les chevaux qui arrivent vivans à l'enclos de l'écarrissage, y sont abattus par l'un des modes suivans :

1°. On saigne l'animal en lui enfonçant profondément, dans la direction de la crosse de l'aorte, un couteau de 8 à 10 pouces de long, dans le poitrail. Afin que la peau soit mieux tendue, on force le cheval à tenir la jambe droite en arrière; quelquefois l'écarrisseur le faisant avancer, saisit, pour le frapper, l'instant où il est dans cette position. Le sang coule en abondance, l'animal chancelle, tombe à quelques pas, et meurt sans témoigner de grandes souffrances. Jusqu'à présent, le sang de cheval n'a pas été employé; on pourrait l'utiliser en le faisant cuire, le comprimant et le mêlant émietté avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des alimens végétaux que l'on donne aux poules et aux cochons. Il pourrait sans doute servir aussi à la clarification des sucres raffinés et des sucres fabriqués aux colonies, à la préparation des produits ammoniacaux, du prussiate de potasse, etc. (*V.* l'article Sang.)

2°. On bande les yeux du cheval, et on lui assène un violent coup de massue sur la suture du pariétal et de l'occipital. Si le coup est bien ajusté, l'animal tombe sur la place même, en sorte que ce moyen serait préférable à l'autre dans un établissement où toutes les places auraient une destination spéciale.

Deux autres procédés sont encore employés, mais ils manquent quelquefois, et ne servent, lorsqu'ils réussissent, qu'à prouver l'adresse de l'ouvrier écarrisseur. L'un consiste dans l'insufflation d'une veine ouverte à dessein, l'autre à enfoncer une lame de couteau entre l'occipital et la première vertèbre; elle pénètre jusque dans la moelle épinière; l'animal meurt à l'instant.

Dépeçage. Le cheval abattu est mis sur le dos, et l'écarrisseur pratique une incision longitudinale depuis le milieu de la mâchoire inférieure, sur la poitrine, le ventre, jusqu'à l'anus; il fait deux autres incisions au milieu des deux membres de devant et de derrière, qui coupent la première en croix, et se prolongent jusqu'à l'extrémité des quatre membres, où il pratique une dernière incision circulaire. Partant de la première incision, il dépouille successivement le ventre, la poitrine, le col et les parties latérales, ayant soin, si l'animal est maigre, d'appuyer la lame vers les muscles, de peur d'endommager la peau; aussi reste-t-il sur celle-ci quelques portions de chair entamée par le couteau. On achève de dépouiller le cheval en le retournant sur le ventre. La queue est coupée à la racine; elle reste adhérente à la peau, de même que les oreilles et les lèvres. Ces parties rendent plus lourde la peau, que les tanneurs achètent au poids. On envoie les peaux, le plus promptement possible, aux tanneurs, afin qu'elles ne se putréfient pas. S'il était nécessaire de les expédier au loin, il faudrait les imprégner d'une so-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lution saturée de sel marin, pour les préserver de la corruption.

L'écarrisseur désarticule alors les quatre membres, qui restent garnis d'une partie de leur peau et de leurs fers; il ménage les tendons en les relevant; il désarticule ensuite les extrémités postérieures, en coupant les muscles qui leur répondent, le plus près possible de leur insertion aux os du bassin; les extrémités antérieures ne sont pas désarticulées; seulement on enlève le scapulème qui y reste attaché. Les chairs sont enlevées successivement de dessus les membres et le tronc par grands lambeaux.

La chair du cheval s'emploie le plus généralement à la nourriture des chiens, des cochons et des poules; il est nécessaire, pour celles-ci, de la mélanger avec des substances végétales qu'on leur donne habituellement à manger. A Paris, on fait une assez grande consommation de cette viande, pour les animaux carnivores du Jardin du Roi et les chiens du combat; ceux-ci la reçoivent avec les os, qu'ils décharnent eux-mêmes. Un assez grand nombre de chiens de la ville et des environs du clos, sont dressés à rapporter leur nourriture à leurs maîtres; les écarrisseurs les connaissent, et leur mettent au cou un gros morceau de viande troué au milieu. Il paraît certain qu'en tout temps une partie de la plus belle chair de cheval a été vendue pour de la viande de boucherie, dans certaines gargotes où les ouvriers vont manger. Le prix de cette chair, au clos de Montfaucon, est de 3 sous la hottée.

Un grand nombre d'observations, et l'expérience des camps, prouvent que la chair de cheval est très salubre lorsque les animaux sont sains; il n'y a même pas d'exemple que des chevaux, morts de diverses maladies, dont on a fait manger la chair aux soldats, ait causé aucun accident fâcheux. En Danemarck, la vente de la viande de cheval est autorisée. Il serait peut-être à désirer qu'une semblable mesure fût adoptée dans tous les pays; elle offrirait une nourriture à bas prix à la classe peu aisée, et une garantie de sa salubrité par l'inspection de personnes commises à cet effet. Il serait possible, cependant, que les préjugés empêchassent de trouver les débouchés de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette viande, et peut-être en vendrait-on moins publiquement pour cet usage, qu'il ne s'en place aujourd'hui à l'insu des consommateurs. On assure qu'en Angleterre, une industrie particulière est exercée sur la chair des chevaux : on entasse, dans un réservoir en terre, un grand nombre de chevaux, dont on a enlevé la peau, quelques tendons, les pieds et les crins; on les recouvre d'eau, que l'on renouvelle de temps à autre. La fibrine, la gélatine, l'albumine, produisent des gaz, etc., qui sont entraînés; il reste des os et une matière grasse en partie unie à l'ammoniaque, qui, traitée par l'acide hydrochlorique, laisse un mélange d'acides gras. Cette matière a été employée dans la fabrication d'une sorte de bougie : il n'est pas démontré qu'elle soit obtenue en assez grande proportion pour indemniser des frais que nécessite son extraction.

On pourrait, dans beaucoup de localités, tirer parti des détritus et de la viande de mauvaise qualité, en les imprégnant d'une bouillie claire de chaux, ou d'une solution d'*acide pyroligneux* (*V.* Acide acétique), pour les faire dessécher sans corruption, et les expédier aux fabricans de produits ammoniacaux, de *prussiate* de potasse, etc. (*V.* Bleu de Prusse.)

Les tendons sont soigneusement enlevés; la plus grande partie, attachée avec les jambes et les sabots, est livrée, à l'état frais, aux fabricans de Colle forte; ceux que l'on sépare des muscles, en y laissant une assez grande quantité de chair musculaire, sont vendus aux fabricans de colle, tout frais ou séchés sur des perches.

Dans un établissement d'écarrissage bien organisé, on devrait faire macérer tous les tendons, aussitôt qu'ils sont extraits, dans un lait de chaux renouvelé plusieurs fois, et les étendre dans les séchoirs, pour éviter toute corruption. En cet état, ils seraient plus convenables pour la fabrication de la colle forte, et se vendraient plus cher. Enfin, ils ne développeraient plus aucune odeur.

Avant de livrer les *pieds* aux fabricans de colle, on enlève les fers, qui sont vendus aux maréchaux ferrans, pour être soudés, corroyés et forgés en fers *neufs*. Les clous s'envoient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en province et en Auvergne surtout, pour ferrer les sabots des paysans; on les nomme *caboches*.

Les sabots de chevaux se vendent aux aplatisseurs, qui en font des plaques pour fabriquer les PEIGNES A CHIGNON. Ces sabots sont séparés facilement lorsque les parties molles qui les attachent sont sèches : il suffit de frapper sur un corps dur. En hiver, on laisse les pieds fermenter en tas; alors la corne n'est plus adhérente, elle se sépare à l'aide d'une petite secousse. Le meilleur moyen de détacher les cornes, lorsqu'on a de l'eau à sa disposition, consiste en une macération de quelques jours : les parties pulpeuses qui établissent la connexion entre l'ongle et l'épiderme s'altèrent, et n'ont plus de consistance; une lame interposée détache le sabot très aisément. Les sabots qui sont défectueux ne peuvent être employés par les fabricans de peignes; ils se vendent au poids, à raison de 10 fr. les 100 kilogrammes. Les autres se vendent au compte, au prix de 12 à 15 fr. les 104.

La graisse est assez précieuse pour devoir être extraite avec le plus grand soin; l'ouvrier écarrisseur la recherche avec une adresse remarquable; il dissèque toute celle qui se montre à l'extérieur des muscles; il pénètre entre eux pour détacher celle qui y est insérée; il enlève ensuite les muscles séparément, et les soumet à une nouvelle dissection, sur une table : enfin, il racle la graisse adhérente aux boyaux. Cette recherche, faite par un ouvrier fort habile, dure quelquefois six ou huit heures s'il opère sur un cheval gras, tandis que la même opération, s'il opère sur un individu maigre, est terminée en une demi-heure.

Lorsque l'extraction de la graisse est faite, on la taillade en petits morceaux, puis on la fait fondre en la chauffant dans une chaudière, sous laquelle on brûlait, naguère, des os de membres. (Les os se paient maintenant trop cher par les fabricans de noir animal, pour servir encore de combustible.) La graisse, devenue fluide, s'écoule des tissus cellulaires qui la renfermaient; ceux-ci, contractés par la chaleur, en retiennent cependant encore : on les enlève à l'écumoire et on les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jette dans le feu, dont ils soutiennent l'activité. Il serait plus avantageux de les soumettre à une pression forte et graduée, pour obtenir la plus grande partie de la graisse qu'ils emportent. Cette matière étant suffisamment éclaircie, on la transvase dans un tonneau, où elle se refroidit. Les chevaux gras donnent jusqu'à 40 litres d'huile, et l'on en obtient rarement moins de 4 à 5 litres des chevaux maigres. L'huile de cheval est fort estimée des Émailleurs; elle donne une flamme égale, produit peu de fumée, et ne s'épaissit pas. Les hongroyeurs s'en servent pour préparer leurs peaux, et les bourreliers pour assouplir leurs cuirs.

Les intestins privés de graisse, jetés à la voirie, sont une des principales causes de l'odeur infecte des clos d'écarrissage. Une partie des boyaux grêles seulement sont enlevés, sans rétribution, par les fabricans de cordes pour les mécaniques. On pourrait utiliser les intestins et les détritus abandonnés, en les plaçant dans de grandes fosses, couches par couches, avec des matières végétales et de la terre; ils s'y convertiraient peu à peu en terreau, et se répandraient aisément sur les terrains que l'on voudrait fumer.

On emploie encore une certaine quantité de boyaux et de détritus à la préparation des *asticots* ou *vers blancs*. Ces larves sont un objet de spéculation; elles proviennent des mouches connues sous les noms de *musca cæsar*, *musca carnaria* et *musca vivipara*. La dernière dépose sur les chairs des larves toutes formées; les deux autres y pondent des œufs, dont il ne tarde pas à sortir des larves; celles-ci croissent rapidement, et dévorent une grande quantité de matières animales. Pour obtenir facilement une quantité considérable d'*asticots*, on forme avec les détritus une couche de 5 à 6 pouces d'épaisseur, que l'on recouvre de paille secouée légèrement, afin de préserver la surface supérieure de la grande ardeur des rayons solaires. Les mouches, attirées vers ce point par l'odeur, y affluent de toutes parts; elles s'introduisent sous la paille, et, quelques jours après, des myriades de larves, en une masse mouvante, ont remplacé presque la totalité des matières que l'on avait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

abandonnées. On ramasse ces vers à la pelle, et on les vend aux pêcheurs à la ligne, qui en font une assez grande consommation pour amorcer leurs lignes et jeter des appâts aux poissons. On en vend aussi pour nourrir des faisans et élever divers oiseaux.

Dans les tas trop considérables des débris animaux, les larves ne se développent pas, parce que la fermentation y concentre une température élevée, et dégage une grande quantité de gaz ammoniac qui les fait périr. Il s'échappe toujours un grand nombre d'*asticots* qui subissent toutes leurs métamorphoses : aussi remarque-t-on une foule innombrable de mouches, qui attirent près des clos d'écarrissage des nuées d'hirondelles.

Les os, aussi bien décharnés que possible, sont vendus fort cher aux fabricans de produits ammoniacaux et de noir animal. Il y a peu de temps encore, on n'en employait qu'une petite quantité dans la fabrication du Phosphore; encore ne se servait-on que du résidu de la combustion, sorte de cendres composées d'environ 0,85 de phosphate de chaux. Le squelette d'un cheval moyen pèse, tout frais, 40 kilogrammes, et, très sec, 21,5 kilogrammes : c'est le résultat d'un essai que j'ai fait sur les os de 266 chevaux, soumis pendant dix-huit mois à l'action de l'eau, renouvelée fréquemment dans un bassin couvert.

Au nombre des désagrémens qu'offre le voisinage d'un clos d'écarrissage, il faut compter une affluence considérable de rats : les environs du clos de Montfaucon, près de Paris, en offrent un exemple remarquable; tous les terrains aux alentours sont minés par leurs galeries souterraines, au point de causer de petits éboulemens; les fondations des constructions sont tellement dégradées qu'elles menacent ruine. On ne parvient à garantir les murs que l'on y bâtit actuellement, qu'en remplissant les interstices des pierres avec des morceaux de bouteilles cassées. Ces animaux carnassiers sont attirés par la grande quantité d'une nourriture qui leur convient beaucoup; ils affectionnent singulièrement, surtout, les yeux des chevaux : aussi commencent-ils toujours par cette partie lorsqu'ils rongent les carcasses à demi décharnées. Ils mangent avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avidité aussi la matière grasse qui se trouve au fond des orbites.

On a employé inutilement beaucoup de moyens pour détruire les rats à Montfaucon; nous citerons toutefois celui qui en a fait périr un plus grand nombre. Une enceinte d'une certaine étendue existe dans l'un des clos; les murs solides qui l'entourent sont perforés, à de courts intervalles, de trous ménagés à dessein au niveau du sol; on jette çà et là quelques carcasses fraîches dans cette enceinte, puis au milieu de la nuit, lorsque les rats sont entrés en grand nombre, plusieurs hommes bouchent, en silence, toutes les ouvertures avec des tampons solides; alors ils pénètrent dans l'enclos, armés de bâtons d'une main et une torche allumée dans l'autre; ils assomment les rats, qu'ils éblouissent en les surprenant; à l'aide de leurs torches, ils font tomber ceux qui essaient d'escalader les murs. En une seule nuit, on a tué de cette manière 2650 rats, à Montfaucon, et 16050 en un mois. Les ouvriers écarrisseurs ont aujourd'hui quelque intérêt à tuer les rats, dont ils peuvent, depuis quelque temps, vendre la peau aux fourreurs, qui les paient 3 fr. 75 c. le cent. On se fait difficilement une idée de la voracité de ces animaux; elle est telle, qu'enfermés plusieurs ensemble dans une boîte, ils se mangent les uns les autres.

Le plus grave inconvénient que présentent les clos d'écarrissage, consiste dans la puanteur repoussante qu'ils répandent au loin et dans toutes les directions où le vent la conduit. Ces émanations infectes tiennent surtout au défaut d'écoulement des eaux et à la malpropreté extrême qui en résulte. Dans les temps pluvieux ou humides, les liquides des intestins, le sang que l'on perd en totalité, ne sont plus absorbés par le sol, qui en est saturé depuis long-temps; et, ne pouvant être desséchés, ils forment, à quelques pouces de la superficie de la terre, une boue fangeuse sans cesse en putréfaction. Un autre foyer d'infection plus puissant encore, est dans ces tas énormes de détritus et d'intestins, que les cultivateurs n'enlèvent plus depuis le moment où la terre est ensemencée jusqu'à ce que la re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

colte soit enlevée, et qui ne peuvent être, à beaucoup près, tous employés à la préparation des asticots ou des cordes à mécaniques. On doit cependant convenir que ces émanations putrides ne sont nuisibles ni aux écarrisseurs, dont la santé est généralement très florissante, ni aux habitans des environs, qui se plaignent de leur incommodité, ni même aux ouvriers étrangers qu'ils emploient de temps à autre. J'ai vu une femme d'une fécondité remarquable, habituellement enceinte et chargée d'un enfant à la mamelle, déposer celui-ci dans une carcasse pendant le temps de son travail; tous ses enfans viennent fort bien. Les moyens de faire disparaître la plupart des inconvéniens attachés jusqu'ici à cette profession, consistent à renfermer l'écarrissage dans des ateliers construits sur le modèle des abattoirs de Paris, comme nous l'avons déjà dit, et avec plus de précaution encore, puisque dans ceux-ci tous les animaux abattus sont sains et bien nourris; les malheureux chevaux, au contraire, accablés souvent d'infirmités, de vieillesse, épuisés par la faim, lorsque, ne pouvant plus rendre aucun service, une faible portion de nourriture paraît trop chère pour la leur continuer, expirent souvent d'inanition loin du lieu où l'on doit les dépecer; ils y arrivent même quelquefois déjà en putréfaction. On devrait, de plus, employer les moyens les plus expéditifs pour tirer promptement parti de toutes les matières animales, ainsi que nous l'avons indiqué en parlant de chacune d'elles. Enfin, dans certaines circonstances, et surtout pendant les chaleurs, des lotions d'une solution faible de chlorure de chaux, seraient sans doute utiles. (*V.* Désinfection.) Dans un endroit tenu avec tous ces soins, on pourrait mettre à la disposition des physiologistes quelques cadavres, qui serviraient à des expériences utiles au perfectionnement des sciences médicales.

Les écarrisseurs dépècent aussi d'autres animaux morts, et particulièrement les chiens et les chats; assez souvent ils ne tirent parti que de la graisse et de la peau de ces animaux; le reste du cadavre est jeté à la rivière ou enterré près du lieu où il a été dépouillé. On désigne plus particulièrement sous le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nom d'*écorcheurs*, les gens qui font profession de tirer parti des chiens et des chats morts; ils doivent les rassembler dans un dépôt central, que la police de Paris leur assigne, et les transporter journellement dans une chambre du clos de Montfaucon, là, un homme et une femme sont constamment occupés à les écorcher, et à enlever la graisse pour être fondue avec celle de cheval; les pattes sont coupées et expédiées aux fabricans de colle forte. On voit, dans ce lieu, les plus gras de ces animaux troussés proprement, privés de leur tête et de leur queue, qui les feraient reconnaître, et destinés à remplacer, sur certaines tables, d'autres animaux de même taille, dont ils prennent le nom.

Les écorcheurs paient, à la tâche, des gens qui leur attrapent et étranglent les chiens errants; ils en tirent meilleur parti encore que de ceux qu'ils trouvent morts. On voit, chez la plupart des écorcheurs ou chiffonniers, une petite potence, à laquelle sont hissés et pendus tous les chiens qu'ils reçoivent vivans. Quelques écorcheurs, enfin, dépouillent journellement tous les chiens et chats noyés, que la Seine amène sur ses bords; ils sont accompagnés de *chiens de berger*, dressés à rapporter à leurs maîtres tous les animaux, ceux même de leur espèce, qui flottent à quelque distance des rives. P.

ÉCARRISSOIR (*Technologie*). C'est un outil dont se servent principalement les horlogers et les mécaniciens en petit volume. C'est une espèce d'aiguille en acier trempé, dont la surface, d'abord ronde et légèrement conique, a été limée ensuite et aiguisée sur la meule en cinq ou six faces tranchantes. Il y a des écarrissoirs de toute grosseur, depuis les écarrissoirs à pivots, qui sont plus fins que des cheveux, jusqu'à ceux qui sont gros comme le doigt. Les plus petits portent leur manche, qui est rond et proportionné à leur grosseur; les moyens sont emmanchés en cire, ou dans des manches de bois dont la tête porte une plaque en fer percée dans laquelle entre la flamme carré, afin que l'écarrissoir ne puisse pas tourner dans son manche. Les gros écarrissoirs sont emmanchés dans un vilebrequin, afin de donner à l'ouvrier plus de force. Les écarrissoirs servent à agrandir les trous déjà pratiqués dans le cuivre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou dans le fer, afin de les ajuster parfaitement avec la pièce qui doit les traverser. L.

ÉCATIR (*Technologie*). L'*écatissage* des draps est une opération par laquelle on leur donne un apprêt qui les lustre. C'est la même chose que CATIR. (*V.* T. IV, page 262.) L.

ÉCATOIR (*Technologie*). En terme de FOURBISSEUR, c'est le nom d'un poinçon ou petit ciselet dont cet ouvrier se sert pour sertir les pièces séparées d'une garde d'épée et les faire tenir dans la monture; de la même manière que le BIJOUTIER-METTEUR-EN-OEUVRE fait tenir solidement le diamant ou autres pierres dans l'enchâssure qui doit les recevoir. L.

ÉCHAFAUD (*Architecture*). C'est ainsi qu'on appelle toute sorte de construction de bois, dont la durée n'est que momentanée et la destination passagère et spéciale. Tantôt l'*échafaud* consiste en de simples planches posées sur des tréteaux; ailleurs c'est un édifice solide en charpente, destiné à servir d'amphithéâtre pour une fête ou un spectacle; mais le plus souvent l'*échafaud* est une construction faite en bois, en avant d'une muraille sur laquelle on veut travailler, comme pour en faire le *ravalement*, réparer les croisées, etc. C'est un assemblage de PERCHES ou ÉCHASSES, ou piliers verticaux espacés de 3 à 4 mètres, enfoncés en terre et consolidés par des pierres et du plâtre: des *boulins* ou autres pièces de bois horizontales sont par un bout scellés dans le mur, et par l'autre attachés avec des cordes aux piliers verticaux. D'étage en étage, et à des hauteurs convenables, on dispose des *dosses* ou fortes planches, qui imitent un plancher, dont on proportionne la solidité aux fardeaux qu'il doit supporter. Les perches verticales doivent s'élever jusqu'au haut du mur; et lorsqu'elles ne sont pas assez longues pour y atteindre, on les prolonge par d'autres perches qu'on y attache avec des liens.

Comme la dépense d'un échafaud est assez forte (on l'évalue à une fraction d'un dixième du prix payé pour la dépense du ravalement du mur), on évite autant qu'on peut ces constructions passagères. C'est ainsi que pour boucher les crevasses d'un mur, le travail se fait à l'échelle, ou bien en faisant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

saillir le bout d'une planche par la fenêtre ; l'ouvrier monte sur ce bout et y reste ainsi soutenu par le poids d'un autre ouvrier assis sur la planche dans l'intérieur de la maison ; ou par des *étrésillons* qu'on y a établis. De même les *badigeonnages* se font en suivant ce procédé, ou bien en faisant descendre l'ouvrier le long d'une corde entrecoupée de nœuds ; et suspendue en haut de l'édifice : c'est sur ces nœuds que le *badigeonneur* se tient cramponné par les talons ; il est d'ailleurs assis sur une planchette qui s'accroche aux nœuds, et qu'il déplace à volonté et sans peine.

D'autres échafauds sont employés dans les grandes constructions ; ce sont des ouvrages importans de charpenterie : les réparations des édifices élevés exigent ordinairement ces grands appareils. Ceux qui sont en usage à Saint-Pierre de Rome sont d'une simplicité remarquable. On se sert encore des Échelles à INCENDIE pour ces sortes de travaux ; mais ce serait nous écarter de notre plan, que d'entrer dans tous ces détails. E. MOU

ÉCHALAS (*Agriculture*). Bâton qu'on fiche en terre pour servir d'appui aux ceps de vigne, ou de *tuteur* aux jeunes tiges trop débiles, afin qu'elles puissent résister aux vents. Les meilleurs échalas sont ceux de chêne ou de châtaignier refendu ; mais leur prix élevé force souvent à n'employer que des rameaux de saule, d'aulne, de noisetier, de frêne, etc., et surtout d'acacia, quoiqu'ils durent bien moins de temps que les premiers. On taille l'échalas en pointe par un bout pour le faire entrer en terre, et même chaque année on rafraîchit la pointe, ce qui l'accourcit peu à peu, et le met enfin hors d'usage. C'est une des fortes dépenses de l'établissement et de l'entretien d'un vignoble ; on compte qu'il faut environ neuf ou dix mille échalas pour un ARPENT de vignes (de 900 toises carrées, perche de 18 pieds). Dans les ventes, on assemble les échalas en bottes, dont chacune en contient 40 ; on compte qu'il faut environ 250 bottes par arpent de vigne. Le prix et la longueur du brin varient avec les localités ; dans le midi de la France, près Bordeaux, ils ont jusqu'à 6 et 8 pieds de hauteur ; mais à Paris, en Bourgogne, Champagne, Orléanais,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'échalas neuf n'a guère que 4 pieds et $\frac{1}{2}$ de long sur un fort pouce d'équarrissage : la botte coûte environ 35 sous ; mais ce prix varie avec les temps et les lieux. Il est des propriétaires qui, pour empêcher qu'on les vole, font à leurs échalas une marque, telle qu'un coup de brosse enduite de goudron ou de peinture. Durant l'hiver on retire les échalas de terre et on les rentre sous un hangard, où, plus souvent, on les dispose en tas sur un lit de paille. Souvent on fiche obliquement quatre pieux en forme de deux X parallèles, et l'on couche horizontalement les échalas sur la double fourche produite par cet assemblage ; d'autres fois on les arrange en *bauge*, c'est-à-dire qu'on en forme un cône en disposant l'un des bouts sur la circonférence d'un cercle de 4 à 5 pieds de diamètre, laissant le centre vide et faisant converger les pointes. FR.

ÉCHANTIGNOLLES (*Architecture*). Morceaux de bois qui, dans les combles, soutiennent les tasseaux des pannes. On les nomme aussi *chantignolles*. Ce petit corbeau est entaillé et embrevé sur l'ARBALÉTRIER. FR.

ÉCHAPPEMENT (*Arts mécaniques*). Lorsqu'un moteur anime un rouage, chaque partie en reçoit une vitesse proportionnée au nombre de dents des divers engrenages (*V.* NOMBRE DES DENTS DE ROUES) ; mais s'il arrive qu'on veuille modérer l'action motrice et s'opposer à son développement instantané, il faut introduire une résistance combinée de manière à permettre autant de mouvement qu'il est nécessaire, mais à résister à la force qui tend à dépasser cette limite. C'est ordinairement à la dernière roue, la plus rapide, dite *dernier mobile*, qu'on applique ce régulateur ; on appelle *échappement* ce mécanisme et les pièces qui le forment. C'est surtout en horlogerie que cet appareil est nécessaire. Un poids ou un ressort agit sur un rouage, et si rien ne diminuait son action, les roues entreraient en mouvement avec rapidité et variation de vitesse ; une pareille machine, outre qu'elle épuiserait en peu de momens la puissance motrice, ne serait pas propre à mesurer des durées égales. Mais si l'on dispose, au dernier mobile, un obstacle qui permet et défend alternativement la rotation, et cela

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une manière régulière, il est clair que les mouvemens du rouage pourront devenir propres à mesurer des durées égales. Ce régulateur est ou un PENDULE qu'on fait osciller, ou un BALANCIER dirigé dans ses excursions par un ressort spirale qui se meut en va-et-vient. Dans les deux cas les frottemens et la résistance de l'air ne tarderaient pas à éteindre le mouvement qu'on aurait imprimé à ce régulateur, si la force motrice de l'horloge ne le rétablissait sans cesse. La pièce qui communique à ce régulateur la force propre à réparer ses pertes, est l'*échappement*.

L'échappement des montres et des pendules est la partie la plus importante et la plus délicate de la machine, et l'on peut dire que suivant qu'elle est conçue sur telle ou telle méthode, et plus ou moins bien exécutée, la machine sera bonne ou mauvaise, la parfaite exécution des autres pièces n'étant, pour ainsi dire, que d'un intérêt secondaire.

L'importance de l'échappement a fait diriger les recherches des artistes spécialement sur cette partie du mécanisme, dont on a varié les effets d'une multitude infinie de manières. Ce serait la matière d'un traité spécial d'horlogerie, que de décrire tous les échappemens, d'en indiquer les défauts et les avantages, et de montrer les divers perfectionnemens dont l'art doit s'occuper à l'avenir. Ce plan ne peut être suivi dans un ouvrage de la nature de notre Dictionnaire. Nous devons nous borner à l'exposition des échappemens qui sont le plus en usage, à en signaler l'utilité ou les vices, et à laisser de côté tous les détails qui s'écarteraient de ce but. Nous allons donc passer en revue les principaux mécanismes de ce genre.

On distingue deux sortes d'échappemens, les uns dits *à recul* et les autres *à repos*. Dans les premiers, la roue, animée par le moteur, pousse le régulateur de manière à lui imprimer un mouvement trop étendu; cette roue est donc ensuite forcée à céder lorsque le régulateur revient à son état primitif; elle retourne en arrière avant que de pouvoir à son tour imprimer un mouvement; il y a un temps de recul à chaque vibration, et par suite perte de force et de durée, frottement sans utilité, destruction des parties en contact, etc. Dans l'*échappement à*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

repos, le régulateur, en revenant à sa première position, au lieu de trouver une dent qui lui résiste, comme dans le cas précédent, ne rencontre qu'un arc concentrique à ses excursions, sur lequel il se meut sans trouver de résistance, jusqu'à ce qu'il ait rencontré la dent qui doit le pousser pour réparer ses pertes. Cet arc se nomme l'*arc de repos*, parce que le régulateur le décrit sans recevoir l'action du rouage; la force motrice n'agit plus que sur l'axe du balancier; ce mode diminue les frottemens, permet des excursions plus fréquentes et plus étendues, ce qui est toujours avantageux; l'emploi des huiles y offre moins d'inconvéniens, etc. Enfin, les échapemens à repos sont, sans contredit, les meilleurs, mais les plus coûteux et les plus difficiles à exécuter.

1. *Échappement à roue de rencontre et à verge*. On ignore quel est l'inventeur de cet ingénieux appareil; s'il offre des inconvéniens dans son application, quant à ce qui concerne l'exacte régularité des mouvemens, il faut avouer que sa grande simplicité et son bas prix le rendent précieux. Les montres et horloges qu'on fait en grand et en manufacture pour les livrer au commerce, sont presque toutes établies sur ce principe.

Le volant, ou la roue sans dent HK (fig. 1, Pl. 21 des *Arts mécaniques*), est ce qu'on appelle un Balancier (*V.* T. II, page 479); la *verge* ou l'axe CL, qui lui est perpendiculaire, porte en deux points de sa longueur des *palettes* ou dents LL′, convenablement écartées; une *roue de champ* G dite de *rencontre*, présente l'une de ses dents à la palette L, qu'elle chasse devant elle; le balancier pirouette sur son axe, en sorte que l'autre palette L′ vient se présenter à la dent qui est diamétralement opposée, laquelle presse à son tour cette palette L′, et fait tourner le balancier en sens contraire. Le nombre des dents de la roue de rencontre doit être impair (ordinairement 11, 13 ou 15), pour qu'il n'y ait qu'une seule palette en prise à la fois. Quand une palette se présente à une dent, elle fait reculer celle-ci par l'impulsion que lui donne le balancier en circulation; puis la dent reprend le dessus et chasse à son tour la palette, parce que l'impulsion de celle-ci s'est éteinte, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que le moteur conserve sa puissance. Ainsi, la dent fait un petit recul à chaque vibration, ainsi que nous l'avons déjà exposé. (*V.* fig. 2, Pl. V des *Arts mécaniques*, la manière d'unir le balancier à la verge ou axe des palettes.)

On aide l'effet du mécanisme par une lame d'acier capillaire courbée en spirale *abd* (fig. 2, Pl. V); ce *spiral* a l'une de ses extrémités *a* attachée à la tige du balancier; l'autre *b* l'est aux pièces fixes ou *platines*. Le balancier ne peut produire ses vibrations qu'en forçant ce faible ressort à s'enrouler autour de sa tige, puis à se dérouler avec une force de restitution égale à celle qui l'a bandé. Ce spirale n'est pas nécessaire dans l'échappement à verge, mais il accélère les oscillations et les rend à peu près deux fois plus rapides. Quand le spirale est enroulé sur l'axe, la force de restitution de ce ressort le contraint à se débander et oblige le balancier à tourner en sens contraire. Ainsi, ce dernier oscille sous les influences du spirale, qui, en se roulant et se développant alternativement, aide à la pression des dents de la roue de rencontre.

Chaque vibration doit être de plus d'un quart de cercle, et l'arc décrit par la palette pendant qu'elle est conduite et poussée par la dent, n'est que de 20 degrés. Les plans des palettes L doivent être inclinés l'un sur l'autre de 95 à 98 degrés; la partie plane *l* des dents de la roue de champ doit être inclinée de 25 à 27 degrés sur l'axe de cette roue; cette face *l* de la dent est seule en contact; l'autre bord *i* est évidé en ligne droite ou courbe, à volonté, pourvu qu'il laisse passer la palette. Nous renvoyons aux Traités d'Horlogerie pour de plus amples détails sur cette matière, et à la fig. 1, Pl. 21.

L'échappement à roue de rencontre est aussi quelquefois employé dans les horloges; le balancier est alors remplacé par un pendule fixement attaché à la verge, qui est armée de palettes et disposée horizontalement. (*V.* fig. 2, Pl. 21.)

Il serait superflu de discuter ici les nombreux défauts de l'échappement à verge; mais il a de si grands avantages, qu'on doit le regarder comme le meilleur de tous les échappemens pour les pièces desquelles on n'exige pas une marche fort précise,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parce qu'il peut fonctionner sans huile, qu'il se ressent moins des imperfections du spirale, qu'il n'arrête le mouvement que lorsqu'il est décidément mis hors d'état par l'usage, qu'il est très peu coûteux, etc. Ce sont les palettes d'acier qui s'usent les premières, même lorsqu'elles sont trempées dur, parce que les dents de la roue de rencontre sont six à sept fois moins souvent en jeu que les palettes, quand cette roue a 13 dents, et que peut-être aussi le cuivre dont la roue est faite contient des particules de silex qui attaquent l'acier. En horlogerie, on doit employer des métaux denses, homogènes et bien écrouis, surtout pour les pièces qui fatiguent le plus. Les roues de rencontre se fabriquent avec du *cuivre de chaudière* qui a long-temps éprouvé l'action du feu et des graisses qui y ont été fondues: ce cuivre est préféré à tout autre.

II. *Échappement à ancre.* La roue A (fig. 3) est à Rochet; le système d'engrenage, mû par un poids ou un ressort, la pousse sans cesse; mais elle est arrêtée par la branche DI de la pièce CBD, nommée *ancre*, laquelle est fixée au pendule. Lorsque celui-ci, dans son mouvement d'oscillation, passera de l'autre côté de la verticale, la branche DI se lèvera et laissera passer la dent I qu'elle ne retiendra plus: mais l'autre branche CK de l'ancre s'abaissera en même temps, et, rencontrant une autre dent K de la même roue, arrêtera à son tour le mouvement, parce que la *palette* entrera au fond de la dent sans y toucher. Dans cette position la dent à rochet reste immobile, attendu que la palette n'a d'action que sur la face inclinée de la dent. Mais cette branche CK se lèvera bientôt, entraînée par le pendule, laissera passer la dent K qu'elle retenait, tandis que la branche DI se présentera à la dent suivante I. Il en résulte qu'à chaque double oscillation il ne passe qu'une seule dent de la roue d'échappement A, et que la pression que celle-ci exerce sous l'influence du moteur, contre les extrémités I de l'ancre, restituent au pendule les pertes qu'il éprouve par les résistances; en sorte que le mouvement se continue tant que le moteur agit, et avec uniformité, pourvu qu'il y ait une égalité parfaite dans les amplitudes de l'oscillation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce mécanisme est fréquemment employé dans les pendules d'appartement. On varie beaucoup la forme de l'ancre; mais la plus ordinaire est celle de la fig. 4. La levée de l'ancre dépend de l'étendue de l'excursion du pendule, et par suite de l'intensité de la force motrice. Il n'y a donc uniformité dans les durées qu'autant que le moteur exerce une action constante, qui donne des amplitudes égales quand les frottemens sont invariables.

Cet échappement est à recul; il a été inventé par un horloger de Londres nommé Thomas Mudge, ou selon d'autres par Clément. Mais Graham lui a donné un grand perfectionnement en lui ôtant le recul (fig. 5); il a formé les palettes BD de l'ancre en arc de cercle, et elles correspondent aux plans inclinés IK qui produisent l'impulsion sur le pendule. On trouvera, dans l'Essai de l'Horlogerie de Berthoud, n° 1324, les règles à suivre pour donner aux faces de l'ancre la courbure convenable. Ainsi construit, cet échappement devient à repos, et les oscillations sont isochrones. On ne prend la peine de se soumettre à ces règles que lorsqu'on fabrique des *régulateurs*, et par conséquent lorsqu'on exécute la machine avec un soin particulier. On peut même faire les palettes en rubis qui, travaillés sur la forme convenable, et sertis ou plutôt collés avec de la gomme laque, dans une fourche de l'ancre, donnent aux mouvemens du pendule une précision extrême.

Bréguet a apporté divers perfectionnemens à l'échappement à ancre, dans la forme des parties et leurs dispositions; on trouvera ces détails dans l'ouvrage intitulé *Principes généraux de l'exacte mesure du temps*, par Jurgensen, p. 154. Cet appareil peut être employé avec avantage dans les montres; on fait alors la roue d'échappement et l'ancre en acier trempé, et l'on fixe des rubis en plans inclinés aux bouts de l'ancre, qui sont pressés par les dents de cette roue.

III. *Échappement à chevilles* (fig. 6). Un horloger de Paris, nommé Amant, a inventé ce mécanisme très simple, qu'on applique souvent aux pendules. Une roue plate et sans dents A porte une rangée circulaire de chevilles implantées perpendi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culairement à son limbe; la tige du pendule tient fixement à deux bras KL et LI; les oscillations font successivement élever et abaisser ces bras, et les choses sont disposées de manière que quand le bras IL est arrêté et pressé par une cheville, l'autre bras KL est libre; mais bientôt le premier va s'écarter sous l'influence du pendule qui l'entraîne, et la branche KL sera de suite saisie par une cheville, dès que IL aura quitté la sienne. Quand la cheville est rendue libre, la roue tourne par l'effet du moteur, et la palette L reçoit le choc, puis s'enfonce en glissant sous la cheville, tandis que la roue demeure immobile. Comme il n'y a pas de recul, l'aiguille des secondes ne recule pas, et l'on observe un temps de repos. L'oscillation revenant en sens opposé, la cheville agit sur le plan incliné et rend le mouvement.

Quelquefois on dispose les chevilles alternativement sur les deux faces de la roue, et les bras sont dans des plans parallèles, l'un d'un côté, l'autre du côté opposé de la roue d'échappement, pour y être attaqués par les chevilles.

IV. *Échappement à cylindre.* Cet appareil, imaginé par Graham, est celui qu'on met en usage dans la plupart des montres confectionnées avec soin, et surtout des montres à secondes, dont la marche est régulière et précise. Le balancier a pour axe un cylindre creux A (fig. 7) entaillé d'une fenêtre dans une petite partie de sa longueur, de manière à présenter un demi-tuyau concave du côté de la roue d'échappement B. Cette roue est bordée par des dents espacées en demi-cercle, pour qu'à certains temps le demi-cylindre puisse s'y loger: chaque dent est terminée par une sorte de bec transversal, qu'on nomme *plan incliné*, et qui est destiné à pousser le cylindre, comme il va être expliqué.

Toutes les pointes des plans inclinés doivent être sur une même circonférence et passer par l'axe du balancier, en se présentant à leur tour à la fenêtre dont le cylindre est entaillé. La forme que présente ce cylindre est telle, que, coupé transversalement à cet endroit, il offre une demi-couronne circulaire; et l'on a indiqué (fig. 8) la manière dont chaque dent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

agit sur ce corps. On voit en E un plan incliné qui presse le tranchant de ce demi-tube, le pousse devant lui et contraint le balancier à pirouetter sur son axe. Cette action doit être fort petite, à cause de la grande vitesse du balancier; comme la dent E chasse le tranchant du cylindre devant elle, celui-ci tourne et va présenter sa partie concave et interne à la dent, sur laquelle la pointe glisse et repose jusqu'à ce que l'excursion du balancier soit achevée, ainsi qu'on le voit figuré en D: c'est un temps de repos. Mais bientôt le retour du balancier ramène le bord du tranchant du cylindre contre la dent, et l'action se répète en E. A la fin de l'action la dent suivante tombe à la surface extérieure du tuyau, où elle se repose à son tour, comme en F. La figure montre toutes les positions successives du cylindre par rapport aux dents de la roue d'échappement; seulement il faut faire une rectification qui consiste en ce que l'axe du cylindre est fixe, et que ce corps pirouette en va-et-vient, mais ne se transporte pas autour de la roue d'échappement, comme il paraîtrait résulter de la figure. C'est au contraire cette roue qui tourne et présente ses plans inclinés successifs au jeu du cylindre, de manière à offrir ces plans au cylindre dans toutes les situations que nous avons figurées.

Un des avantages de ce mécanisme, c'est qu'il est presque insensible aux inégalités de la force motrice, et que la montre est facile à régler dans toutes les positions où on la met. On donne en épaisseur au cylindre un peu moins que de la distance entre les bouts les plus rapprochés de deux plans inclinés successifs, et le diamètre intérieur doit être un peu plus grand que la longueur de chaque plan incliné, puisque celui-ci doit s'y loger entièrement, à une certaine époque. L'entaille du cylindre est à très peu près de 160 degrés; l'un des tranchans de ce demi-tube est arrondi, l'autre en plan incliné. Voyez à ce sujet l'ouvrage cité de Jurgensen, page 138. Cet échappement fait peu de bruit dans ses mouvemens, lorsqu'il est bien exécuté.

Comme le frottement tend à user le cylindre, et que dès qu'il est attaqué, la machine fonctionne mal et est bientôt hors d'usage, on rend les frottemens les plus doux possibles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour retarder l'époque où il faudra rétablir le cylindre, qui est assez coûteux. La roue et le cylindre sont en bon acier trempé très dur. Bréguet a imaginé d'en prolonger la durée en l'exécutant en rubis. Après avoir travaillé cette pierre en demi-tuyau, avec la grandeur convenable, M. Mathieu, horloger de Paris, préfère de la coller par chacune de ses extrémités, avec de la gomme laque, aux bouts de deux *tampons* ou cylindres d'acier qui pivotent et portent le balancier. Le cylindre est alors formé de trois pièces unies bout à bout en une seule, savoir les deux bouts d'acier et la pierre qui les sépare. On ménage même une rainure aux pièces d'acier pour y faire entrer les bouts de la pierre. Bien entendu qu'on fait en outre rouler les pivots sur des trous foncés en pierre. Les Genevois ont, depuis, imité ce système.

Le célèbre Bréguet, dont le génie se retrouve dans toutes les parties de l'horlogerie, a perfectionné l'échappement à cylindre, non-seulement en y faisant fonctionner un cylindre en pierre, mais encore en donnant à la roue d'échappement une forme particulière (*V.* fig. 9, 10 et 11). Il a façonné le cylindre en lui donnant une sorte d'étranglement *h*, qu'on appelle une *manivelle*, et la pierre *c* est au bout, attaquée en l'air par les dents IKG de la roue. Mais nous ne pouvons nous étendre davantage sur ce sujet.

V. *Échappement d'Arnold à vibrations libres.* C'est ce système qu'on emploie de préférence dans les garde-temps et les pièces dont on attend une grande précision, sans que les oscillations soient fort rapides. Les chronomètres de Bréguet sont construits sur ce système, et ne battent que 5 vibrations en 2″, ou 216 mille oscillations par jour (fig. 12).

A l'axe du balancier est fixée la pièce échancrée D, ainsi que le doigt *t*: tout cela fait corps ensemble et tourne à la fois. Aux pièces solides de la montre est fixé le ressort *mn*, qui est armé de deux mantonnets ou talons d'arrêt *q* et *p*; le premier *q* sert à butter contre les dents de la roue d'échappement G, et à l'empêcher de tourner, à moins que cet obstacle *q* ne soit soulevé. L'autre mantonnet *p* pose sur un ressort *sr* extrême-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment flexible, qu'on alonge jusqu'à dépasser le bout du doigt *t*. Voici le jeu de ce mécanisme.

Quand le balancier tourne dans le sens indiqué fig. 12, par la flèche, il entraîne le disque échancré D et le doigt *t*; ce disque ne rencontre pas les dents de la roue d'échappement, parce que l'échancrure laisse un intervalle. Le doigt *t* rencontre bien, il est vrai, le ressort *sr*; mais celui-ci est tellement flexible qu'il cède, presque sans résistance, et se courbe quelque peu en *r*, pour laisser passer le doigt *t*. Mais au retour du balancier, ce doigt *t* prend ce ressort *sr* en dessous, et l'appuie sur le talon *p*, qui est très près du bout et devient le centre du mouvement. Dans cet état, ce ressort offre assez de résistance pour ne laisser passer le doigt *t* qu'en enlevant le mantonnet *p*, et avec lui le ressort *mn* et le mantonnet *q*; ainsi est dégagée la roue d'échappement, dont on voit passer une dent; mais cette roue est arrêtée ensuite sur la dent suivante *i*. Dans cet instant une dent va frapper dans l'échancrure *f*, et restitue au balancier la force qu'il a perdue. A chaque double vibration de celui-ci, le mantonnet *q* du ressort *mn* laisse passer une dent de la roue d'échappement C, et le balancier reçoit une impulsion. Les vibrations sont ici assez fortes pour faire un bruit très marqué, et l'on peut aisément compter les oscillations qui ne sont pas rapides et qui frappent fermement.

Dans les échappemens à repos, où la roue reste un temps immobile, on rencontre divers inconvéniens que n'ont pas ceux à vibrations libres; les frottemens sont bien moindres dans ces derniers, et l'huile y est moins nécessaire pour aider les rotations. On observe que dans l'échappement à vibrations libres, dès que la roue a donné son impulsion, le balancier achève librement sa vibration, et l'effort n'est pas porté sur son axe comme dans l'échappement à repos, mais par une détente qu'on dégage et engage tour à tour en un instant indivisible. Le régulateur du mouvement n'éprouve par là aucune espèce de résistance ou de frottement, que lorsqu'il faut dégager la détente, ce qui est très peu de chose. Dans les échappemens à vibrations libres, le balancier fait deux vibrations tandis qu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne passe qu'une seule dent de la roue, qui est chargée de restituer au balancier, en un seul coup, la force qu'il a perdue en une allée et une venue.

VI. *Échappement à force constante de Bréguet.* Dans ce mécanisme, les impulsions données au balancier par l'échappement sont toujours d'égale intensité, quoique les frottemens et l'épaississement des huiles puissent varier; les vibrations conservent sans cesse la même étendue, et par suite ont même durée, ce qui établit naturellement l'isochronisme des mouvemens qu'on recherche avec tant de soins. Les rouages n'exigent pas autant de fini dans l'exécution; on peut se dispenser de beaucoup nombrer les roues et les pignons; la Fusée devient inutile, et un barillet qui ferait un tour ou un tour et demi pourrait suffire. Enfin, le mécanisme qui fait marcher la pièce pendant qu'on la remonte peut être supprimé. D'un autre côté, ces avantages sont achetés par une plus difficile exécution, par une force motrice plus considérable et un plus grand frottement. Du reste, l'échappement à force constante a tant de régularité, qu'il faut s'étonner qu'on n'en fasse pas plus d'usage.

La roue d'échappement est formée de deux roues A et B (fig. 14), qui font corps ensemble; A est la roue d'*armure*, B la roue d'*arrêt*; celle-ci est menée par le pignon F portant un volant E*g*. Ce volant est arrêté parce qu'il butte contre le talon *b* dont est armée la tige H d'un ressort droit fixé en quelque point *r* de sa longueur, mais très facile à fléchir. Si quelque cause vient à pousser ce ressort, le talon *b* ne portera plus sur la goupille *g* dont le volant presse le ressort; le volant étant par là dégagé, tournera sous l'influence du moteur et fera tourner la roue d'échappement, jusqu'à ce que le volant rentre en prise sur le talon revenu à sa place par un mécanisme que nous allons expliquer.

La pièce C fait corps avec l'axe du balancier de la montre et oscille avec lui; elle porte un doigt *c* qui y est fixé à angle droit, vibre avec lui, et recevra bientôt une fonction. D est un ressort retenu en l'un de ses bouts, et destiné à donner l'im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pulsion par son autre extrémité *km* dont la forme est courbée en demi-cercle, et dont nous allons indiquer les fonctions.

En F est un ressort droit fixé en un bout O, et portant en c un talon d'arrêt dont la partie inférieure est dans le plan du ressort D, de manière que ce talon *e* puisse s'engager dans un petit crochet placé au dos du ressort D pour le retenir. (Voyez la fig. 13 où cette pièce est représentée.) I*n*K*h* est un ressort très faible fixé en I et retenu en *h* par une goupille qui le force à conserver la figure qu'on lui voit ici, en l'empêchant de s'étendre en ligne droite.

Maintenant il est facile de concevoir le jeu de cet appareil très ingénieux. Lorsque le balancier tourne et porte C dans le sens C*c*, le doigt *c* va attaquer le ressort *h*K*n*; mais à cause de la très grande flexibilité de celui-ci, il le presse, le courbe un peu et passe outre; le ressort *h*K revient à sa position et s'appuie de nouveau sur la goupille *h*: mais quand le balancier tourne en sens contraire (dans le sens de *c* vers C), le doigt qui se trouve alors de l'autre côté de *h*, pousse devant lui le ressort *h*K, qui, retenu par la goupille *h*, ne peut céder. Ce faible ressort suffit donc pour soulever la goupille, et accidentellement le ressort F qui fléchit vers son point d'attache O, sans avoir eu soin de l'affaiblir, pour en rendre la flexion très facile. Alors le talon *e* se dégage du crochet dorsal de D, et le ressort D devient libre, et le plan *k* va frapper contre le plan d'impulsion du balancier C, qui a, dans ce moment, une situation à angle droit sur celle de la figure, ou plutôt qui est parallèle au plan choquant *k*. Cette impulsion est destinée à rendre au balancier la force perdue. En outre le même ressort D va frapper par son plan *k* sur le ressort H qu'il doit fléchir; le talon *b* est donc dégagé, et le volant E, auparavant retenu, tourne librement sous l'influence du moteur, et doit tourner par conséquent les roues B et A qui sont ensemble. On donne au pignon du volant un nombre d'ailes égal au nombre de dents comprises sur la roue B entre deux dents successives de la roue A d'armure; car cette dernière est, comme on voit, moins nombrée que l'autre;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et à chacune de ses dents en correspondance directe avec l'une des dents de la roue d'arrêt. Dans notre figure, B a six fois plus de dents que A, parce que le pignon a six ailes; un tour de volant fait donc avancer la roue d'armure A d'une seule dent; mais le plan *m* du ressort D se trouvait précisément, avant cette rotation du volant, amené en prise de l'une des dents de la roue A. Le mouvement de cette roue a donc repoussé le ressort courbe D dans la situation qu'il avait d'abord, c'est-à-dire que le talon *e* est revenu en prise dans le crochet dorsal, et que ce ressort D est de nouveau bandé. Tandis que d'un autre côté le volant Eg, après sa révolution entière, a retrouvé le talon d'arrêt *b* à sa première position, où il est encore retenu. Le jeu recommence donc de la même manière, et se continue avec la même durée tant que le moteur d'une part, et le spirale de l'autre, conservent leurs actions. L'impulsion reçue à chaque retour du balancier est constante, parce que le ressort D a toujours le même degré de tension, et c'est de cette circonstance que cet échappement tire sa dénomination.

Du reste, pour assurer la durée du mécanisme, on fait en rubis les talons d'arrêt *b* et *e*, ainsi que le fond du crochet dorsal du ressort D et les plans *k* et *m*, parce que ce sont ces pièces qui fatiguent le plus. On place en *a* et en *d* des arrêts fixes, dont l'objet est d'empêcher le mouvement rétrograde des ressorts H et D.

VII. *Échappement de Dupleix.* La pièce A (fig. 15) circulaire et échancrée, est portée par le balancier et tourne avec lui; la roue O d'échappement porte des chevilles B implantées perpendiculairement au limbe; la languette D fixée à l'axe du balancier reçoit l'impulsion, lorsque la roue O, en tournant vient jeter chaque cheville consécutive sur son bord, et communique cette impulsion au balancier, qui est poussé en avant. Cette languette s'élève donc et laisse sortir la pointe de la dent C de l'échancrure où elle est engagée. Durant un certain temps qu'emploie le balancier à décrire un arc de 50 à 60 degrés dans le sens indiqué par la flèche a, la cheville B chasse la languette D, et cesse ensuite de la rencontrer, lors-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que sa pointe s'en trouve suffisamment écartée. Dans cet état, si rien ne retenait la roue O, elle tournerait rapidement sous l'action du moteur dans le sens *b*; mais il n'en est pas ainsi, parce que la dent suivante E de la roue d'échappement se trouvant alors appuyée sur la partie circulaire et extérieure I de la pièce A, y fait repos tant que le balancier achève sa vibration, puis rétrograde en sens contraire à la flèche *a*; à la fin de cette course, l'échancrure se présente et y laisse entrer cette dent, de manière à ramener les choses dans l'état primitif que la figure représente.

Cet échappement est fréquemment employé dans les montres anglaises; il n'est ni très coûteux, ni difficile à exécuter, et fonctionne fort bien. On en fait rarement usage en France, et il n'est décrit dans aucun ouvrage. Il me semble que s'il n'est pas préférable à l'échappement à cylindre, il mérite du moins d'être mis en pratique dans les montres ordinaires; nous le recommandons aux horlogers. Ses défauts principaux sont de présenter les dents d'arrêt E, dans certaines positions, de manière à faire une sorte d'arcboutement très oblique avec la du balancier, et quelquefois d'*arrêter au doigt*, c'est-à-dire qu'on l'arrête par des mouvemens brusques, ou en y touchant, ou même en remontant la montre. La pièce A doit être garnie en rubis.

Nous ne parlerons pas ici de divers autres échappemens qui ont, en plus ou moins de réputation, tels que ceux à *balanciers dentés ou non dentés*, l'*échappement à pendule d'Huyghens*, etc., parce qu'ils sont à peu près inusités aujourd'hui. Ce sujet est presque inépuisable, et il nous suffira d'avoir exposé avec soin ceux de ces appareils qui sont les plus employés, et qu'on regarde comme les meilleurs. L'*échappement à virgule* ne sera donc pas décrit ici; on reconnaîtra facilement que les difficultés que présente sa parfaite exécution le rendent plus sujet à fausse marche et d'une moins longue durée que ceux dont il vient d'être question; aussi est-il à peu près abandonné aujourd'hui.

ÉCHARDONNOIR (*Agriculture*). Les champs, surtout ceux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont on ne fait pas alterner les récoltes de grains avec celles de plantes binées ou sarclées (*V.* Assolement), sont souvent couverts de chardons. Cette production naturelle, qui croît avec une funeste abondance, usurpe une place dont elle chasse tous les autres végétaux, et où elle s'établit en permanence. C'est en avril et mai qu'on doit échardonner; dans la saison et dans les cantons où le fourrage n'abonde pas, on trouve aisément des gens qui font gratuitement cette opération, et qui sont payés de leur peine par les produits qu'ils en retirent; les chardons encore tendres étant une bonne nourriture pour les vaches.

L'*échardonnoir* est un instrument de fer crochu et tranchant qui va couper entre deux terres les racines des chardons dans les champs ensemencés. On se sert aussi d'une houlette pour le même objet, ou mieux encore d'une tenaille en bois avec laquelle on arrache la plus grande partie de la racine, en la saisissant au-dessous du collet, car cette racine est ligneuse et résistante. Les individus qu'on casse en terre ne peuvent pousser, du moins avec quelque vigueur, et ne tardent pas à périr, surtout si l'on fait de nouveau l'opération l'année suivante.

Fr.

ÉCHARNOIR, ÉCHARNER (*Technologie*). Le mot *écharner* est un terme de Corroyeur, qui a la même signification que le mot *drayer*. L'*écharnoir* est l'instrument qui sert à *écharner* ou à *drayer*; c'est le même que *butoir*. (*V.* Corroyeur, T. VI, page 103.)

L.

ÉCHARPE (*Architecture*). C'est une pièce de bois au bout de laquelle est attachée une poulie, et qui fait l'office d'une demi-chèvre. On fait saillir cet appareil, et l'on s'en sert pour enlever un médiocre fardeau. (*V.* Écoperche.) On nomme encore *écharpe* un cordage dont les maçons se servent pour monter et conduire un corps qu'on veut élever.

Enfin, en hydraulique, les *écharpes* sont des tranchées faites dans les terres en forme de croissant, pour ramasser les eaux dispersées d'une montagne et les recueillir dans une pierrée.

Fr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉCHASSES (*Architecture*). Ce sont des règles de bois minces, semblables à des lattes, divisées en parties métriques, dont les ouvriers se servent pour jauger les hauteurs et les retombées des voussoirs, et en général les hauteurs de toutes les pierres.

On donne encore ce nom à des bâtons de 5 à 6 pieds de long, qui, à une certaine hauteur, ont un court bras sur lequel on monte pour se tenir élevé au-dessus du sol. L'habitude apprend à se servir de ces échasses pour s'y soutenir et même marcher et courir dans les lieux qu'il ne serait pas possible de parcourir sans ce secours.

Enfin, le nom d'*échasses* est encore donné aux perches des échafauds. FR.

ÉCHAUDOIR (*Technologie*). Les *bouchers tripiers* donnent ce nom indifféremment et aux chaudières dans lesquelles ils font cuire les abatis de leurs viandes, et aux lieux dans lesquels sont placées ces chaudières. (*V.* ABATTOIR.) L.

Pareillement les TEINTURIERS et les LAVEURS DE LAINES donnent le nom d'*échaudoirs* aux chaudières dans lesquelles ils dégraissent les laines, et aux lieux dans lesquels ces chaudières sont placées. L.

ÉCHAUFFE (*Technologie*). Les TANNEURS appellent de ce nom une étuve dans laquelle ils mettent les peaux pour les disposer à lâcher les poils dont elles sont couvertes. L.

ÉCHELLE (*Technologie*). On donne ce nom à un instrument très utile et très commun, dont on se sert pour s'élever à une certaine hauteur, afin d'atteindre à des objets trop élevés et dont on ne pourrait pas approcher sans son secours. L'échelle la plus simple et la plus commune est formée de deux longues perches percées dans toute leur longueur, et à des distances égales d'environ trois décimètres (10 à 12 pouces) d'un égal nombre de trous ronds, placés sur les deux perches à la même hauteur. Ces trous servent de mortaises à l'extrémité d'autant de bâtons qui font les fonctions de tenons en trant à force dans ces trous. Lorsque les bâtons sont en place et les perches debout, ils sont placés horizontalement et parallèles entre eux; ils servent de degrés qu'on monte les uns après

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les autres, après avoir placé l'échelle dans une position suffisamment inclinée, contre l'objet qu'on veut atteindre. Cette sorte d'échelle sert dans une infinité d'Arts industriels, parce qu'elle est commode, légère, et cependant assez forte pour supporter un homme sans se rompre.

Au lieu de perches rondes, on prend souvent de forts linteaux en sapin, dans lesquels on pratique des mortaises carrées au lieu de trous ronds, et les bâtons sont remplacés par des linteaux prismatiques : ces échelles présentent plus de solidité sans être de beaucoup plus lourdes.

En accolant deux échelles semblables l'une à côté de l'autre, et les joignant par le haut au moyen de deux fortes charnières en fer, on a une échelle double qui n'a besoin d'aucun appui et se soutient isolément partout. Pour donner à ces sortes d'échelles toute la solidité nécessaire, on ne place pas les deux longues perches de chaque échelle parallèlement entre elles, mais on leur fait décrire un angle d'autant plus ouvert qu'on veut s'élever plus haut, de sorte que les quatre perches des deux échelles semblables, accolées comme nous l'avons dit, présentent les quatre arêtes d'une pyramide quadrangulaire, dont deux faces opposées sont garnies d'échelons d'un bout à l'autre. On empêche les deux échelles de s'écarter, par le moyen de deux tringles de fer qui s'accrochent par leurs deux extrémités aux deux montans des deux échelles qui sont en face, et les tiennent à la distance voulue.

Nous avons dit que lorsque ces échelles sont très élevées, elles doivent être très larges par le bas, afin de leur donner une assiette convenable; mais alors on doit sentir que si elles avaient une largeur de 4, 5 et 6 fois plus grande que celle qu'on leur donne par le haut, les échelons inférieurs deviendraient trop longs pour avoir une force suffisante, à moins qu'on ne leur donnât une grande largeur, ce qui rendrait l'échelle beaucoup trop lourde. On évite cet inconvénient d'une manière ingénieuse. Dans l'intervalle des deux perches latérales on place une, deux, trois ou quatre autres perches percées de trous comme les perches latérales, dans lesquelles les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

échelons sont enfilés et se trouvent soutenus. Ces perches intermédiaires touchent toutes par terre, mais ne s'élèvent qu'à des hauteurs suffisantes pour que les échelons qui ne sont soutenus que par leurs bouts aient une consistance suffisante pour ne pas plier assez pour s'échapper de leurs mortaises. On voit de ces sortes d'échelles dans tous les vastes jardins; elles servent pour tailler et écheniller les arbres, ou cueillir des fruits à la main.

On nomme *échelle de meunier*, une espèce d'escalier dont les perches longues sont remplacées par des larges jumelles de bois, placées de champ, et dans lesquelles sont ajustées à tenons et à mortaises des planches qui forment des marches larges et plates. C'est de cette même manière que sont construites les échelles de bibliothèque.

ÉCHELLE A INCENDIE. Les affreux incendies qui ont eu lieu dans beaucoup d'endroits, et principalement à Paris, ont excité vivement la sollicitude du gouvernement, et ont porté les Sociétés savantes à proposer des prix pour obtenir du génie des artistes des inventions capables de porter des secours aux malheureuses victimes d'un pareil fléau. Nous renverrons au mot INCENDIE le détail des inventions plus ou moins ingénieuses qui ont eu lieu sur un sujet aussi important, et qui intéresse l'humanité entière. Jusqu'ici ce problème n'a pas été résolu d'une manière très satisfaisante. Ce que nous dirons à ce sujet pourra, peut-être, mettre sur la voie de la solution du problème. Nous connaissons quelques inventions qui n'ont pas encore été publiées, et qui méritent d'être connues. L.

ÉCHELLE GÉOMÉTRIQUE (*Arts de Calcul*). Tout plan, tout dessin d'une machine, doit être accompagné d'une note qui indique dans quelle proportion la figure se trouve avec l'original, afin d'en avoir une idée juste et de pouvoir, au besoin, reproduire celui-ci. C'est dans ce sens qu'on écrit qu'un plan est fait à raison d'une ligne pour toise, d'un centimètre pour mètre, ou tout autre rapport de ce genre. On peut encore dire plus simplement, que le plan est fait à l'*échelle du centième*, ou *du millième*, ou etc., pour indiquer que chaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

longueur prise sur le plan doit être rendue cent ou mille fois plus grande pour reproduire la distance dont elle offre le figuré.

Mais la plupart du temps, on préfère accompagner le dessin d'une *échelle*, formée d'une ligne droite divisée en parties égales, dont chaque subdivision est numérotée pour indiquer quelle distance métrique est représentée par la longueur de la partie de l'échelle interceptée entre ce numéro et l'origine marquée zéro; c'est-à-dire, par exemple, combien une longueur prise sur le plan représente de pieds, de toises, de mètres, etc. C'est ainsi que la fig. 3, Pl. VII des *Arts de Calcul*, exprime une longueur de 10 mètres, toises, ou etc. On y remarquera, en-deçà du zéro, que l'une des parties est subdivisée en parties plus petites, pour qu'on puisse évaluer les fractions de l'unité principale; et ces fractions sont tracées avant le zéro, pour plus de commodité; car si l'on demande 4 mètres 6 décimètres, on portera l'une des pointes de compas sur le chiffre 4, et l'autre sur la 6e subdivision, prise au-delà du zéro. Tout cela est si simple, qu'à peine a-t-on besoin de l'exposer. L'*échelle des parties égales* du compas de proportion est formée sur ces principes. (*V.* Compas.)

Il arrive souvent que, pour construire le dessin, il faut porter, avec beaucoup de précision, des longueurs proportionnelles à celles de l'objet, parce que ces longueurs doivent ensuite servir à en déterminer d'autres, soit par des opérations géométriques, soit par des calculs subséquens, soit par des intersections de droites sous diverses incidences. Les levers à la Planchette et à la Boussole, et les calculs de la superficie d'un terrain, exigent particulièrement beaucoup d'exactitude dans les tracés graphiques des plans. On sent qu'alors l'étendue des moindres subdivisions de l'échelle ne permettrait pas d'y prendre avec assez de précision les longueurs nécessaires, pour pouvoir compter sur l'exactitude de l'Épure. On se sert alors d'une échelle plus exacte, construite ainsi qu'on va l'exposer.

Après avoir porté un nombre quelconque de parties égales sur une droite indéfinie CI (fig. 4), par exemple 6, de C en D,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on élève une perpendiculaire à l'origine C, sur laquelle on porte de même six parties égales arbitraires *Ca*, *ab*, *bc*,... Par les points de division, on mène des parallèles à CI, puis on tire des *transversales obliques* 6B, 5F,... qui vont des points de CD à d'autres équidistans marqués sur la parallèle extrême AE. Il suit de cette construction, que puisque *Ca*, *Cb*, *Cc*,... sont les $\frac{1}{6}$, $\frac{2}{6}$, $\frac{3}{6}$,... de AB, les longueurs *ai*, *bk*, *cl*,... sont les mêmes fractions de AB. La partie *co* est composée de *en* ou *no*, ou $\frac{4}{6}$ de AB + 3 fois AB, savoir, $\frac{22}{6}$ de AB, ou $\frac{22}{36}$ de AE.

On se trouve donc, par cette construction, avoir partagé AB en 36 parties égales, ce qu'on n'aurait pu faire d'une manière aussi distincte, à raison de la petitesse des subdivisions. Lorsqu'on a marqué des lignes D′E′, D″E″,... séparées de distances égales à CD, la figure est terminée. On peut se servir de cette échelle pour diviser une longueur donnée en parties égales : on cherche combien cette ligne contient de parties de l'échelle, en portant une ouverture de compas qui lui soit égale, sur une des parallèles indéfinies, et faisant répondre chaque pointe à des divisions exactes, ou à peu près : si, par exemple, l'une tombe en L et l'autre en O, l'ouverture contient 36 + 36 + 6 + 6 + 2 ou 86 parties. Pour avoir le septième de cette longueur, il suffira de prendre sur la figure une ouverture de 12 parties $\frac{2}{7}$, ou seulement de 12, en négligeant la fraction. On réduira donc aisément les lignes d'un dessin dans un rapport donné.

Il est bon de distinguer les points de division par des nombres qui évitent l'embarras de compter les parties interceptées entre deux points. C'est ce que nous avons fait à la fig. 5, où les fractions sont décimales, ce qui est fort commode pour les calculs, et a fait donner à cette figure le nom d'*échelle de dixmes*. Les chiffres indiqués sur chaque ligne permettent d'avoir de suite, et à vue, le nombre qui répond à une longueur quelconque. Si, par exemple, l'une des pointes du compas est posée sur la perpendiculaire notée 300, et l'autre sur la transversale notée 80, l'espace étant d'ailleurs mesuré sur la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parallèle notée 4 (car il faut toujours que les deux extrémités aboutissent sur une même ligne longitudinale), on lira 384; c'est-à-dire que la ligne contient 384 parties de l'échelle.

Avec cette échelle, si le tracé est fait avec soin, si les lignes sont très déliées, et les pointes du compas fines et légères, le résultat aura toute la précision qu'on peut attendre d'une construction graphique. On est dans l'usage de graver une semblable échelle sur quelques-unes des pièces qui entrent dans la composition des étuis de Mathématiques. Mais presque toujours les chiffres y sont mal placés : on devra prendre pour modèle de leur disposition mutuelle, ceux de notre fig. 5.

Les échelles de parties égales sont les plus usitées; mais celles où les parties sont déterminées suivant de certaines lois, sont souvent fort avantageusement employées. Nous allons donner l'idée de plusieurs de ces échelles.

Chaque arc d'un cercle est sous-tendu par une corde, et de tous les moyens de décrire un angle ou un arc d'un nombre de degrés donné, le plus commode est assurément d'avoir la longueur de sa corde. Dans un opuscule que j'ai publié, sous le titre de *Goniométrie*, j'ai donné les nombres qui expriment les longueurs de ces cordes, pour tous les arcs et tous les rayons; les nombres de la table dont il s'agit représentent ces longueurs, et, à l'aide d'une échelle de parties égales, on peut les trouver aisément. Mais une ligne droite, sur laquelle sont d'avance portées ces distances, c'est-à-dire divisée selon les rapports des accroissemens des cordes, forme une *échelle de cordes*, telle que celle de la fig. 6; *le rayon du cercle est la corde de* 60 *degrés*.

Ainsi, pour faire un angle de 19 degrés, après avoir tracé une portion de circonférence avec un rayon égal à la longueur qui représente la corde de 60 degrés, on portera sur cette courbe une distance égale à celle qui exprime la corde de 19 degrés : les rayons menés aux deux extrémités de cet arc formeront entre eux l'angle demandé. On peut ainsi, par des opérations graphiques, diviser les angles et les arcs en parties égales, inscrire tous les polygones réguliers dans un cercle, etc. J'ai donné à cette échelle de cordes le nom d'*angulograde*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Kutsh l'exécute parfaitement. On en comprendra aisément la construction par ce qu'on va dire ci-après.

On voit souvent, dans les étuis de Mathématiques, des échelles de parties inégales, appelées *sinus*, *tangentes*, *logarithmes*, etc.: ce sont des longueurs proportionnelles aux lignes dont elles portent le nom. Ainsi, la longueur qui répond au sinus de 45 degrés, est comprise sur la ligne nommée sinus depuis le zéro jusqu'à 45; le rayon étant d'ailleurs la longueur totale de l'échelle, qui répond à 90 degrés. Pour construire une de ces échelles, il suffira donc de prendre les nombres d'une table de sinus naturels qui se rapportent aux arcs de 1°, 2°, 3°, etc., puis de porter, à l'aide d'une échelle de dixmes, des longueurs exactement représentées par ces nombres.

Et même, comme cette échelle n'aurait pas encore assez de précision pour l'objet qu'on se propose, on se sert d'une machine à diviser les lignes droites (*V.* Diviseur), ou bien d'un Vernier, qu'on promène sur une ligne droite déjà divisée en parties égales avec un fort grand soin. Dans ce dernier procédé, voici comment l'ouvrier opère. La règle en métal sur laquelle est tracée l'échelle matrice, est d'abord fixée solidement sur l'établi; celle qu'on veut marquer de divisions lui est parallèle, et sa surface l'affleure presque. Une petite équerre d'acier glisse le long de la règle de métal, et s'applique exactement sur l'autre: lorsqu'on l'a arrêtée au lieu convenable, d'après le nombre qui en exprime la longueur, un trait marqué avec un stylet laisse l'empreinte du point de division demandé. Si l'échelle matrice est divisée en parties égales, et qu'on veuille y trouver des distances inégales exprimées par des nombres donnés, on adapte un vernier à l'équerre, pour arrêter précisément aux points nécessaires. C'est ce procédé qu'on suit dans les Arts pour subdiviser les lignes en parties égales ou inégales, dont la loi de variation est donnée.

La ligne nommée *logarithmes* sur les échelles dont nous parlons maintenant, est divisée suivant le même procédé: la longueur qui porte à son extrémité le n° 29, par exemple, représente le nombre 1,4624, qui est le logarithme de 29; et ainsi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des autres. La propriété des lignes logarithmiques est la même que celle des logarithmes. On sait que ces nombres servent à changer les multiplications en additions, les divisions en soustractions, etc., et par conséquent donnent aux calculs une extrême simplicité. Au lieu de multiplier 29 par 37, et de diviser par 426, je prends, dans une table, les logarithmes de ces trois nombres, qui sont 1,4624, 1,5682, et 2,6294; j'ajoute les deux premiers et je retranche le troisième, et le résultat qui est 0,4012, est le logarithme du nombre demandé; en cherchant donc 0,4012 parmi les logarithmes de la table, le nombre correspondant 2,52 est celui qu'on cherche.

De même pour opérer avec l'échelle logarithmique, j'aurais à ajouter les longueurs qui correspondent à 29 et 37, et à retrancher celle qui appartient à 426; opérations qu'on fait avec un compas, en portant les longueurs bout à bout, ou en sens contraire; puis le reste porté sur l'échelle ferait connaître le nombre correspondant 2,52. On voit que l'opération géométrique est pour le moins aussi facile à faire que l'arithmétique, et qu'une *règle de trois* est résolue presque à l'instant. Les calculs les plus compliqués se traitent en suivant la même méthode.

Mais on conçoit que, pour la précision des résultats, il faut que les échelles soient divisées avec soin, qu'elles aient assez de longueur pour rendre sensibles de très petites fractions; qu'enfin, on s'aide d'un compas et qu'on le manie avec adresse. Cette dernière partie de l'opération a été rendue singulièrement aisée par l'emploi de deux règles identiques en tout, et qu'on applique l'une sur l'autre, précisément comme si l'on opérait l'addition et la soustraction des longueurs, avec un compas. On a même fait dernièrement, en Angleterre, l'une des règles plus étroite que l'autre, et glissant dans une coulisse pratiquée sur l'épaisseur de celle-ci; ce qui a fait donner à cet assemblage le nom de *sliding rule, règle glissante, règles à calculs*. M. Jomard a importé en France cet ingénieux appareil, et maintenant M. Lenoir en construit de semblables.

Sur l'épaisseur de la règle, qui est en cuivre ou en bois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(il y en a de diverses longueurs, depuis 1 pied jusqu'à ½), on pratique une entaille longitudinale, dans laquelle la réglette doit se loger en remplissant exactement l'entaille et affleurant la règle : la fig. 7 est une coupe perpendiculaire ; les joints doivent être à peine visibles, pour que la juxtaposition des bords ait plus de précision. La réglette et l'entaille sur laquelle elle se moule sont en queue d'aronde, de manière que la réglette ne puisse avoir de mouvement que dans le sens de sa longueur. Cette partie du travail est ce qui présente le plus de difficulté dans l'exécution; on a des outils d'acier tranchans destinés à couper le bois dans les dimensions et sous la forme convenables. Quoique la réglette emplisse juste l'entaille, elle doit s'y mouvoir avec aisance et sans presque le moindre frottement.

Les bords de contact de la réglette et de la règle portent des divisions identiques dont les intervalles sont proportionnels aux logarithmes des nombres, ainsi qu'on l'a expliqué ci-dessus. Une machine est construite pour donner juste ces distances et graver de suite les traits sur le bois. Certaines divisions sont plus longues, afin d'éviter que la vue ne s'embrouille en les considérant ; et même, pour soulager l'œil qui doit les compter, des numéros frappés donnent les nombres qui correspondent à chaque trait. Veut-on multiplier 29 par 37 ; on fait glisser la réglette jusqu'à ce que son zéro coïncide avec le trait n° 29 de la règle; puis cherchant le point de coïncidence des traits de celle-ci avec le n° 37 de la réglette, on voit que le nombre correspondant de la règle est 1073, c'est le produit demandé. Si l'on veut diviser 1073 par 426, on fait la soustraction des longueurs représentées par ces nombres, en faisant coïncider le trait n° 426 de la réglette avec celui 1073 de la règle; le zéro de la réglette répond à 2 ½ à peu près, qui est le quotient cherché.

On voit comment, par de simples manipulations de cet instrument, on exécute les calculs les plus compliqués avec la rapidité de la mémoire même, et cela sans crayon ni encre, sans même connaître les règles de l'Arithmétique. Aussi cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

règle est-elle d'un usage universel en Anglerre, dans les comptoirs, les fabriques, et jusque sur les navires. Une partie des échelles gravées sur la règle donne les longueurs des logarithmes sinus et tangentes, pour l'usage des navigateurs, des géographes, etc., en sorte qu'au milieu du tumulte des affaires, du bruit des orages et des embarras du commerce, les calculs s'exécutent avec facilité et presque sans avoir à craindre les erreurs.

Il est vrai que l'usage du *sliding rule* exige une étude, surtout quand on destine cet instrument aux calculs de la navigation et de l'arpentage. Des opuscules publiés par M. Collardeau, etc., enseignent à se servir de cette règle logarithmique. Espérons que les manufacturiers et les ouvriers français consentiront bientôt à se servir d'un aussi utile et aussi ingénieux instrument! Ce sont surtout les hommes peu exercés au calcul qui doivent sentir le prix de cette ingénieuse invention. Nous ne pourrions nous étendre sur ce sujet sans sortir des limites imposées à notre Dictionnaire. Nous renvoyons, à cet égard, aux ouvrages cités et aux Bulletins de la Société d'encouragement, où l'on trouve plusieurs rapports relatifs à ce sujet. Nous traiterons, à l'article ÉQUIVALENS CHIMIQUES, de la règle du docteur Wollaston, pour déterminer les proportions qu'on veut faire agir dans les compositions chimiques. FR.

ÉCHENILLAGE, ÉCHENILLER (*Agriculture*), ôter les chenilles, enlever, détruire leurs nids. Il existe plusieurs espèces de chenilles qui dévorent, au printemps, les jeunes feuilles des arbres, les plantes de nos jardins, de nos potagers, etc. Il est extrêmement important, pour les cultivateurs, de détruire ces insectes dévorateurs, ou du moins d'en diminuer autant que possible le nombre. C'est en hiver que l'échenillage se fait le plus efficacement, par la destruction des nids de chenilles communes (*bombix*), qui les attachent aux extrémités des branches des pommiers, des poiriers, des ormes et autres arbres; chenilles qui sont en effet celles qui causent le plus de dommages.

Un hiver très rigoureux, les variations de l'atmosphère, et la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

multiplication même outre mesure des chenilles, sont les causes les plus puissantes; je ne dis pas de leur entière destruction, car la nature n'a pas voulu qu'une race pût s'anéantir, mais de leur diminution. En effet, on a vu plusieurs fois les arbres qui en étaient le plus infestés, en être le plus complétement débarrassés par suite d'une pluie froide, d'un orage violent chargé d'électricité; on les a vues périr presque toutes en certaines années où elles étaient excessivement multipliées, parce qu'elles avaient mangé toutes les feuilles des arbres avant leur dernière mue, c'est-à-dire avant l'époque de leur transformation. Le mal était fait, dira-t-on; oui, mais on pouvait du moins être assuré d'en être débarrassé pendant plusieurs années dans le même lieu.

L'effet des chenilles sur les arbres forestiers, est de retarder leur croissance en les privant de leurs feuilles, qui sont les principaux organes par lesquels ils tirent leur nourriture. Elles produisent le même effet sur les arbres fruitiers, et de plus les empêchent de porter du fruit.

Il existe des ordonnances qui obligent les propriétaires, les fermiers, à écheniller les arbres des grandes routes, ceux des jardins, des vergers, les haies, etc. Il serait à désirer qu'on s'y conformât, et que les administrations publiques fissent écheniller tous les arbres qui sont dans les lieux publics, les promenades; car lorsque les feuilles de ces arbres sont dévorées, leur objet étant de procurer de l'ombre, on s'en trouve privé, du moins pendant quelques mois.

Les canards, les dindons, sont dans les jardins et les potagers, d'excellens écheniLleurs, ainsi que les oiseaux, mais surtout les mouches ichneumones, qui détruisent les chenilles en les piquant et y déposant leurs œufs. E. M.

ÉCHENILLOIR. Instrument qui sert à écheniller les arbres, en abattant les petites branches plus ou moins élevées sur lesquelles se nichent les chenilles. Il est composé de deux branches d'inégales longueurs, formant cisaille, dont une est fixe et l'autre mobile. La branche fixe porte en retour d'équerre, une douille dans laquelle on met un manche plus ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins long, suivant la hauteur des arbres; la branche mobile prolongée au-delà du centre de mouvement, est toujours tenue ouverte par l'effet d'un ressort; elle joue au moyen d'une corde attachée à l'extrémité de son prolongement. L'ouvrier jardinier tenant cette corde d'une main et le manche de l'autre, place l'instrument sur la branche ou le rameau qu'il veut abattre, et qu'il coupe aussitôt en tirant la corde. Les nids de chenilles ainsi abattus doivent être ramassés avec soin et brûlés. E. M.

ÉCHEVEAU (*Technologie*). Lorsque les substances filamenteuses telles que le chanvre, le lin, le coton, la laine, la soie, etc., ont été réduites en fil soit à la main, soit par machines, on tourne et l'on plie ces fils les uns sur les autres sur un *dévidoir* (*V.* DÉVIDEUR, DÉVIDAGE); et lorsqu'on en a ainsi placé une longueur suffisante, on noue les deux bouts d'un nœud particulier, que les TISSERANDS appellent *centaine*. C'est cet assemblage de fils que l'on nomme *écheveau*.

On se sert, dans les filatures par machines, de dévidoirs qu'on nomme *dévidoir à compte*. Ces sortes d'instrumens frappent un coup de masse aussitôt qu'ils ont fait un nombre de révolutions déterminées d'avance; alors la dévideuse coupe le fil et fait la centaine, de sorte que tous les écheveaux sont d'une même longueur; ils ne varient entre eux que par le poids. Il suit de là que l'écheveau est d'autant plus léger que le fil est plus fin, ou, ce qui est la même chose, que pour un même poids il faut un nombre d'écheveaux d'autant plus considérable que le fil est plus fin. C'est sur ce principe que sont indiqués les numéros des filatures. Le n° 20 indique que 20 écheveaux pèsent une livre poids de marc; le n° 60 indique de même qu'il faut 60 écheveaux pour faire le même poids. On sent que la longueur du fil doit être la même pour tous les écheveaux.

« La diversité des unités de poids et de mesures, jointe au choix arbitraire du poids constant sous lequel on mesure les longueurs des fils, avait introduit une foule de variétés de numérotage, et la valeur d'une mesure dépendait du caprice du fabricant. C'est pour remédier à ce très grave inconvénient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'ordonnance du roi du 26 mai 1819 avait été rédigée, elle conserve le principe en usage, de mesurer les titres des fils de coton, par le rapport de la longueur des fils à un poids constant pour l'application de ce principe; elle contient les deux dispositions suivantes, que tous les fils seront comparés sous le poids constant de 500 grammes ou un demi-kilogramme; et que l'unité de longueur sera le kilomètre. »

Il est important de lire, sur le numérotage des fils de toute espèce, le savant Mémoire de M. Hachette, inséré dans le Bulletin de la Société d'Encouragement, pour l'année 1824, n° 247, pour le mois de décembre. C'est de ce Mémoire important que nous avons extrait le dernier alinéa de cet article. L.

ÉCHIGNOLE (*Technologie*). Le Passementier-Boutonnier désigne, par ce nom, une espèce de bobine ou fuseau qui sert à dévider et à disposer les soies qu'il veut employer dans ses ouvrages. L.

ÉCHIQUIER (*Technologie*). C'est une petite tablette dont on se sert pour jouer aux Dames ou aux *échecs*. Cette tablette est carrée; elle est couverte de petits carrés dont les uns sont blancs et les autres noirs. Comme il y a deux sortes de jeux de dames, l'un qu'on nomme *à la française*, qui se joue avec douze dames de chaque couleur, et l'autre dit *à la polonaise*, qu'on joue avec vingt dames de chaque couleur, le nombre de cases est différent dans l'un et dans l'autre.

Le jeu d'*échecs* a été imaginé long-temps avant le jeu de dames, et la petite tablette dont on se sert pour ce jeu fut nommée *échiquier;* elle a soixante-quatre cases, dont 32 blanches et 32 noires, disposées comme nous allons bientôt l'indiquer. Lorsqu'on imagina le jeu de *dames*, on adopta la même tablette, à laquelle on conserva le nom d'*échiquier;* on l'appela ensuite *damier;* ainsi, ces deux mots sont devenus pour ainsi dire synonymes.

On divise en huit parties égales les deux côtés adjacents du carré sur lequel on veut faire l'échiquier; on trace par tous les points de division des parallèles à chaque côté. Par cette première opération on obtient 64 carrés; on les couvre dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'ordre suivant, en allant de gauche à droite, première ligne, un blanc, un noir, et ainsi de suite; deuxième ligne, un noir, un blanc, etc.; la troisième ligne comme la première, la quatrième comme la seconde, et ainsi de suite jusqu'à ce que tout l'échiquier est couvert. Les dames sont au nombre de 24, dont 12 noires et 12 blanches.

Les pièces des échecs qui remplacent les dames ont des formes toutes différentes; nous en parlerons au mot TABLETIER.

Pour le jeu de dames *à la polonaise*, chaque côté du carré est divisé en dix parties égales, ce qui donne cent cases alternativement blanches et noires. On joue aussi avec des DAMES de même couleur; les deux joueurs en ont chacun vingt. On ne joue pas aux échecs sur ce damier. L.

ÉCHOPPE (*Technologie*). Dans le commerce on désigne par ce nom une petite boutique en bois adossée contre un mur, où des marchands débitent des objets de peu d'importance. Les *échoppes* sont ordinairement appuyées aux murs extérieurs des églises et des grandes maisons. Elles sont presque toujours construites en planches, couvertes de même ou de toile cirée. Elles sont aussi quelquefois portatives et comme ambulantes. D'autres sont encore plus légères; elles sont seulement couvertes et enveloppées de toiles; on en voit de cette espèce dans les foires, les assemblées et les fêtes de village.

Les GRAVEURS appellent *échoppes* des espèces de burins qui, au lieu d'être pointus comme les burins ordinaires, ont la face plate, quelquefois arrondie. La face de l'échoppe représente presque toujours un trapèze; tantôt cet outil coupe par le côté étroit, tantôt par le côté large. Ce côté tranchant varie beaucoup de largeur, selon l'ouvrage pour lequel l'échoppe doit servir. L.

ÉCLAIRAGE. On doit à l'industrie divers moyens de se procurer une lumière artificielle; cette lumière est plus ou moins vive, et on l'obtient à un prix plus ou moins élevé, suivant les procédés, les matières premières, les ustensiles que l'on emploie, les produits que l'on obtient, etc., etc. Ces circonstances, que nous nous proposons d'étudier ici, peuvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déterminer la préférence que mérite tel mode d'éclairage dans un endroit, et tel autre dans une localité différente.

Plusieurs des substances et des ustensiles qui servent à l'éclairage, seront décrits aux mots Suif, Cire, Chandelles, Lampes, etc. Nous nous occuperons plus spécialement ici de l'éclairage au gaz, et de la comparaison de celui-ci avec les autres sous les rapports économiques.

Éclairage au gaz. C'est à un ingénieur français, nommé Lebon, que l'on doit l'invention première de ce procédé d'éclairage. Il obtenait le gaz hydrogène carboné en distillant le bois en vaisseaux clos; mais la proportion de carbone que ce gaz contenait n'étant pas assez grande, son pouvoir éclairant était beaucoup moindre que celui du gaz préparé aujourd'hui. Lebon nommait son appareil *thermo-lampe;* il obtenait à la fois du gaz pour l'éclairage, du charbon de bois et la chaleur nécessaire au chauffage des appartemens, des étuves, etc. Il a indiqué l'emploi de la houille au lieu du bois pour fabriquer le gaz.

Ce fut en Angleterre que l'on fit les premières applications en grand de ce procédé. Les matières premières employées aujourd'hui dans la préparation de ce gaz, sont la houille et plusieurs substances grasses.

Le gaz que l'on extrait des unes et des autres, est de l'hydrogène plus ou moins carboné; il se trouve mêlé de quelques autres gaz, dont on le débarrasse en partie par les moyens que nous indiquerons. Le gaz de l'éclairage ainsi *purifié*, a été nommé *gaz-light* en Angleterre Cette locution s'est conservée en France. Ce gaz est d'autant plus lumineux et plus dense, qu'il contient une plus grande proportion de carbone.

Nous étudierons successivement les diverses parties des appareils propres à la production du gaz, de la houille et des substances grasses. Nous verrons ensuite quelles sont les matières premières que l'on peut employer, et les propriétés spécifiques qui doivent déterminer dans leur choix; nous indiquerons enfin toute la marche de ces opérations dans les appareils montés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Appareils pour la décomposition de la houille.

1° *Fourneaux*. Ils se construisent en briques, dont la plus grande partie doivent être très réfractaires, car elles supportent une température fort élevée, celles surtout qui composent la voûte sous le vase distillatoire. On emploie, à Paris, les briques dites de *Bourgogne;* on choisit les marques des bonnes fabriques. Quatre foyers chauffent quatre ou cinq cornues; dans ce dernier cas, les cornues sont sur deux rangs superposés. La fig. 1 de la Pl. 26 (*Arts chimiques*) fait voir en coupe et en élévation un fourneau de ce genre; les mêmes lettres dans la coupe et l'élévation indiquent les parties correspondantes. A, maçonnerie en briques ordinaires; A′, briques réfractaires; B, cendrier; C, foyer; D, voûte percée de plusieurs ouvreaux; E, espace dans lequel circule la flamme, entre les parois intérieures du fourneau et la surface extérieure de la cornue; F, vase distillatoire en fonte; F′, *bouche* du vase distillatoire, susceptible d'être ajustée sur un autre vase lorsque le premier est détérioré par le feu; G, ajutage faisant corps avec la bouche et servant d'issue aux produits de la distillation; H, *tampon* à crochets; I, issue des produits de la combustion, qui se rendent à la cheminée directement. On pourrait les faire passer sous une chaudière M, dans laquelle on évaporerait les liqueurs ammoniacales. J, voûte supérieure qui renferme les cylindres chauffés par deux foyers. Cette voûte est construite à demeure, de manière que l'on peut enlever les cylindres qu'elle renferme en démolissant seulement la devanture du fourneau, soit quand il est nécessaire de les retourner, afin qu'ils s'usent uniformément, soit lorsqu'il faut les remplacer parce qu'ils sont altérés par le feu, ou que l'on veut réparer la voûte D.

La cheminée de ce fourneau doit être commune à tous les fourneaux semblables, qui sont réunis dans une halle de l'établissement. Il suffit, pour qu'elle puisse servir à tous, que le passage, dans sa partie la plus étroite, soit au moins égal à la somme des passages de tous les conduits de la fumée particuliers à chaque fourneau. (*V.* l'article Cheminée.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une disposition assez commode relativement à la construction des fourneaux et de la cheminée, consiste à ranger circulairement tous les fourneaux autour d'un cercle d'une dimension assez grande pour supporter la base de la cheminée. La fig. 2 indique cette disposition par un plan horizontal. Dans ce système, le premier condenseur P de tous les vases distillatoires, appelé le *barillet*, est disposé circulairement au-dessus du fourneau et à l'extérieur. Nous verrons plus loin son usage.

Cornues, retortes ou cylindres. On nomme ainsi les vases dans lesquels la distillation ou plutôt la décomposition des substances qui peuvent donner le *gaz-light*, est opérée. Ces vases sont en fonte. Il est important qu'ils soient exempts de certains défauts, et que la fonte soit d'une bonne qualité : elle doit être *grise*, ce qu'on reconnaît à sa cassure. La fonte de deuxième fusion convient très bien ; dans celle de premier jet on observe souvent, soit de la *fonte blanche*, qui contient trop de *laitier ;* elle est plus fusible, plus cassante dans les changemens de température ; soit de la *fonte noire*, qui est trop carburée; celle-ci devient bientôt perméable au gaz, lorsque dans les opérations elle s'est altérée à l'intérieur par la combinaison du fer avec une proportion de carbone encore plus grande.

Les défauts les plus ordinaires aux vases de fonte d'une forte épaisseur et d'une grande dimension, sont des soufflures ou des *gouttes froides* (1). On reconnaît les premières en frappant à petits coups sur toute la surface de la retorte, avec la pointe d'un martelet ; il se produit un autre son, et la pointe finit

(1) On appelle *soufflures*, des cavités plus ou moins grandes qui se forment au moulage par le dégagement des gaz dans l'épaisseur de la fonte, ou par l'interposition de quelques matières étrangères, scories, etc., et qui se trouvent engagées dans l'intervalle entre le moule et le noyau. Ces défauts peuvent ne sont pas visibles, parce qu'une légère couche de fonte les recouvre des deux côtés. On désigne par *gouttes froides*, les endroits où la fonte, en froidie en coulant, ne fait plus corps avec la fonte qui a coulé par-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par s'enfoncer, dans les endroits où elle porte sur des soufflures. On reconnaît les gouttes froides en remplissant d'eau le vase en fonte, après avoir bouché les ouvertures inférieures; le liquide suinte au travers de ces défauts et les rend visibles à l'extérieur; enfin, lorsque la fonte est poreuse en quelques endroits, on s'en assure en comprimant l'eau à l'aide d'une petite pompe portative que l'on adapte à la cornue. La pression d'une ou de deux atmosphères suffit pour faire pénétrer le liquide au travers de ces parties défectueuses de la fonte, et les faire apercevoir. Quelle que soit enfin la qualité de la fonte, elle se déforme au feu, absorbe peu à peu du carbone à l'intérieur, s'oxide à l'extérieur : elle finit par laisser perdre le gaz, et il faut remplacer les vases ainsi altérés.

La forme des cornues a varié bien des fois depuis l'origine de la fabrication du gaz : on a essayé des cornues rectangulaires aplaties; d'autres cylindriques, posées sur la base du cylindre et mobiles; d'autres encore en forme de cylindres elliptiques, dont l'axe était placé horizontalement. Ces derniers réussissent assez bien; on les emploie en France aujourd'hui. (*V.* la fig. 1 de la Pl. 26 des *Arts chimiques*.) Quant à ceux de ces vases dont une surface plane est exposée au feu, ils sont sujets à casser dans les changemens de température; ceux dont le diamètre est partout égal n'offrent pas assez de surface à l'action du feu, et la décomposition est ralentie.

On donne, en Angleterre, la préférence à la forme de cylindre dont une partie de la paroi est rentrée en dedans (*V.* la fig. 3 de la Pl. 26); elle réunit les avantages de présenter à la flamme et au charbon à distiller, une surface plus étendue que dans les autres formes, et de pouvoir se dilater et se contracter facilement dans les changemens de température, et par conséquent d'être moins fragile au feu. L'embouchure de ces cylindres est fermée exactement par un obturateur tourné; cette partie de la cornue est la plus coûteuse de façon; elle porte l'ajutage en fonte qui sert d'issue au gaz, et, afin d'éviter qu'elle périsse avec le corps de la cornue, elle en est isolée, et s'y adapte à l'aide d'une bride AB, serrée par des boulons,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et dans laquelle est interposé un Lut de *limaille de fer*.

Les *tuyaux* qui conduisent le gaz des cornues au premier condenseur ou barillet, et de celui-ci aux laveurs et aux gazomètres, sont en fonte (1). Le barillet lui-même est en fonte, éprouvée par les mêmes moyens que celle des retortes. On préfère les barillets en tôle lorsque l'on veut éviter un poids trop considérable, qui oblige à employer de forts soutiens.

Épurateurs ou *laveurs de gaz*. La houille, outre le charbon, l'eau et l'huile bitumineuse, contient encore du sulfure de fer, une substance azotée, etc.; en sorte qu'il se produit dans la décomposition ignée, non-seulement du gaz hydrogène carboné, du gaz oxide de carbone, mais encore de l'azote, de l'acide hydrosulfurique (hydrogène sulfuré), de l'acide carbonique, de l'hydrosulfate d'ammoniaque, etc. Ces trois dernières substances gazeuses doivent, autant que possible, être éliminées du *gaz-light*, dont elles altèrent la lumière. L'acide hydrosulfurique présente même des inconvéniens plus graves : on sait, en effet, qu'il a sur l'économie animale une action fort délétère, qu'il noircit promptement toutes les peintures dans lesquelles il entre de la Céruse, et qu'il altère même les dorures. C'est aussi ce gaz que l'on s'est attaché plus particulièrement à séparer du *gaz-light*. Les épurateurs les plus simples, et ceux que l'on a le plus généralement employés en grand, consistent dans des réservoirs fermés, en tôle ou en fonte, remplis aux deux tiers avec un lait de chaux, que le gaz traverse à l'aide de tubes qui plongent de quelques pouces. Un agitateur à moulinet est sans cesse mis en mouvement pour tenir la chaux en suspension; celle-ci s'empare des acides carbonique et hydrosulfurique, forme du carbonate et du sous-hydrosulfate de chaux, qui restent dans le liquide; le gaz passe ensuite dans un réservoir en plomb, où il trouve de l'acide sulfurique étendu d'eau; en

(1) Le mot *gazomètre*, dans cette acception, signifie *récipient du gaz* (les Anglais disent *gaz-holder*, réservoir de gaz). Il lui sert en même temps de mesure, comme nous le verrons plus bas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plongeant encore de quelques pouces, cet acide s'unit à l'ammoniaque, et forme du sulfate d'ammoniaque, qui reste en solution dans la liqueur. Le *gaz-light*, ainsi dépouillé de la plus grande partie des acides hydrosulfurique carbonique, et de l'ammoniaque qu'il contenait, se rend dans le gazomètre.

Ce mode d'épuration présentait l'inconvénient d'établir une pression trop grande dans les cornues, ce qui tendait à les déformer et à les faire crever. On supprima d'abord le lavage par l'acide sulfurique, mais l'inconvénient fut seulement diminué; et d'ailleurs, l'agitation du lait de chaux exigeait une force assez considérable; pour peu que l'on cessât de l'appliquer, la chaux se déposait promptement, et ne se présentait plus à l'action de l'acide hydrosulfurique. On a remplacé ce système, à Stokport, en Angleterre, par de vastes réservoirs cylindriques en fonte, que l'on remplissait de chaux hydratée posée légèrement; mais cette substance se tassait assez, en beaucoup d'endroits, pour que le gaz ne la traversât plus, et la surface peu étendue dans les chemins qu'il se frayait, était bientôt saturée et inerte. M. Bérard, directeur de l'usine royale, à Paris, eut l'idée de rendre cet hydrate plus léger, en en saupoudrant du foin humide; le passage du gaz devint plus facile, et la pression à peu près nulle; depuis, on a employé au même usage de la mousse mélangée à la chaux. Par ces deux moyens, employés généralement aujourd'hui, et indiqués par la fig. 4, la chaux a été économisée, l'épuration est devenue meilleure, mais il s'en faut qu'elle soit encore complète, quoique l'on use environ un hectolitre de chaux pour 10,000 pieds cubes de gaz. On peut s'en assurer en exposant un papier imprégné d'une solution de sous-acétate de plomb au courant du gaz : ce papier est noirci à l'instant. M. D'Arcet avait construit, dans l'éclairage modèle établi par le préfet de la Seine à l'hôpital Saint-Lou[illegible] système plus complet d'épuration. Nous avons décrit, Pl. 25 (*Arts chimiques*), cet appareil : on s'occupe de le monter en grand dans l'usine française, où la puissance mécanique sera produite par une machine à vapeur de dix chevaux. Ces dispositions permettent d'éviter la plus petite pression du gaz sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les cornues, et d'établir dans le gazomètre la pression qui peut être utile à son écoulement.

Réservoir d'eau pour le gazomètre. Ce réservoir a été construit successivement de différentes manières; on l'a fait en bois épais cerclé en fer, dans la forme d'une cuve; les propriétés hygrométriques du bois ont causé quelques accidens. Une cuve de ce genre, à Paris, s'est crevée quelque temps après avoir été emplie d'eau, par l'effort résultant du gonflement du bois; effort qui fut assez considérable pour rompre les cercles en fer. La grande masse d'eau répandue par suite de cette rupture, a inondé tout l'atelier et quelques maisons voisines, et répandu une odeur infecte dans les environs. Les cuves en bois sont d'ailleurs sujettes à fuir lorsqu'elles ne sont pas constamment pleines d'eau.

Les réservoirs circulaires construits en maçonnerie fort solide, et dans la terre, ont bien réussi, même dans les dimensions les plus grandes. (*V.* la fig. 6). (Le plus considérable que l'on connaisse en ce genre, a été construit à Paris, par la *Compagnie française;* il a 100 pieds de diamètre, et 30 pieds de profondeur.) En Angleterre, on a donné la préférence à des bassins circulaires formés de plaques en fonte assemblées avec des boulons. Ces réservoirs, dont on remarque de beaux modèles dans l'usine Manby, près de Paris, ont l'avantage de pouvoir être visités dans toutes les parties de leur surface extérieure; une fuite accidentelle y est facilement réparée. Ils sont d'ailleurs moins coûteux de premier établissement que les bassins en maçonnerie, et offrent une valeur plus grande s'il fallait changer leur destination; enfin, on peut les démonter et les transporter d'un endroit dans un autre. La fonte qui les compose doit être de bonne qualité; il serait cependant facile d'y réparer quelques défauts, en recouvrant ceux-ci d'une plaque en tôle perforée, et assujettie au moyen de boulons taraudés dans la fonte; on met entre celle-ci et la tôle un LUT de céruse, minium et huile, ou de limaille de fer, soufre et sel ammoniac. Ce dernier adhère fortement au métal; l'un et l'autre empêchent toute infiltration. (*V.* LUT.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les avantages que ces réservoirs présentent en France sont moins grands qu'en Angleterre, parce que la fonte est plus chère et généralement de moins bonne qualité. (*V.* fig. 5.)

Gazomètre. Ces réservoirs du gaz sont formés de plaques en tôle, assemblées à l'aide d'une cloûure forte et serrée; pour les préserver de la rouille, on les enduit, à chaud, d'une couche du goudron obtenu parmi les produits de la distillation du charbon de terre, et l'on renouvelle cet enduit une fois chaque année. Le gazomètre est toujours d'un poids considérable, quoique l'épaisseur de la tôle soit au plus d'une ligne. Il faut éviter que ce poids forme une pression trop forte sur le gaz qui est introduit dedans; on y parvient en suspendant le gazomètre à l'aide d'une forte chaîne et de poulies; celles-ci sont attachées à la charpente du bâtiment, comme l'indique la fig. 5 de la Pl. 26. A l'autre extrémité on passe dans une forte tige en fer des blocs en fonte, pour faire équilibre avec le poids du gazomètre lorsqu'il est plongé dans l'eau. On conçoit que ce poids augmente à mesure que le gazomètre sort davantage de l'eau dans laquelle il était plongé (tout corps solide plongé dans un liquide perd de son poids un poids précisément égal à celui du volume du liquide qu'il déplace. *V.* Aréomètre); afin que la pression fût égale dans tous les instans, il faudrait donc augmenter graduellement le contre-poids lorsque le gazomètre monte en s'emplissant de gaz, et le diminuer au fur et à mesure qu'il se vide en descendant. Pour éviter cette manœuvre, on a imaginé un moyen fort ingénieux; il consiste à employer une chaîne de suspension fort pesante, et dont le poids est calculé de manière à équilibrer constamment le gazomètre: elle contre-balance son poids, en devenant plus longue au-delà de la seconde poulie, à mesure que le gazomètre s'élève, et elle charge au contraire celui-ci en devenant plus longue de son côté, au fur et à mesure qu'il s'enfonce dans l'eau.

Il est important, pour éviter les dégradations, de ménager le plus possible l'excédant de pression, soit sur les cornues lorsque le gazomètre est en communication avec elles, soit sur les tuyaux par lesquels le gaz s'écoule, et dans les deux cas sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le gazomètre lui-même. Pour y parvenir, il faut que toutes les issues soient suffisamment larges; l'expérience a démontré que pour alimenter 2600 becs, sous une pression de 18 lignes d'eau, un passage de 27 pouces environ, ou celui d'un tuyau de 6 pouces de diamètre intérieur, est nécessaire. Pour les mêmes motifs il vaut mieux que les gazomètres soient dans un lieu plus bas que les points de distribution, que dans un endroit dont le niveau est plus élevé.

Nous avons dit que les poulies qui soutiennent la chaîne et le gazomètre sont fixées à la charpente du bâtiment; cela exige que cette charpente soit très forte : dans ce cas, il faut encore que des conducteurs implantés sur les côtés du réservoir, dirigent le gazomètre lorsqu'il monte et qu'il descend. On a imaginé une disposition qui permet de soutenir le gazomètre sur le réservoir lui-même, en sorte qu'il est complètement isolé du bâtiment. La fig. 6 indique cette disposition par une coupe verticale. On voit qu'un tube cylindrique A, adapté à la partie supérieure du gazomètre, enveloppe un deuxième tube semblable fixé au fond du réservoir. Celui-ci porte trois forts montans en fer B, à l'extrémité supérieure de chacun desquels une poulie est adaptée. Trois chaines C, fixées à la partie supérieure du gazomètre, passent sur ces poulies et se réunissent dans le tube intérieur, où elles descendent et remontent en sens inverse du gazomètre. On voit que, de cette manière, le poids tout entier de l'appareil est soutenu par la fondation du réservoir et que, les deux tubes placés au centre, en glissant l'un dans l'autre, servent de conducteurs au gazomètre dans ses mouvemens ascensionnels et descendans. Cette construction est établie dans l'usine française. Une échelle verticale, peinte à l'huile sur le côté des gazomètres, indique les quantités de gaz qu'ils renferment à différentes hauteurs.

A Paris, lors de l'établissement des gazomètres, le public et l'administration conçurent des craintes sur les dangers des explosions que pourrait occasionner le mélange de l'air atmosphérique avec le gaz hydrogène carboné, dans ces réservoirs contenant quelquefois un volume énorme de gaz (jus-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'à 350,000 pieds cubes). Un Rapport très circonstancié de l'Institut a fait comprendre que ces craintes n'avaient aucun fondement probable. En effet, l'air ne peut avoir accès dans le gazomètre tant que la pression à l'intérieur excède celle de l'atmosphère, ce qui a toujours lieu ; et la supposition d'une explosion causée à dessein ne doit pas être admise, car ceux de qui elle pourrait dépendre, ont le plus grand intérêt à la prévenir, et en seraient d'ailleurs les premières victimes.

Tuyaux de conduite et de distribution. Le tuyau E (fig. 5 et 6), qui prend le gaz pour le conduire aux tuyaux de distribution, est ouvert près de la partie supérieure du gazomètre, de même que le tuyau F qui amène le gaz des appareils. Ces deux tuyaux sont en fonte ; ils doivent être éprouvés soigneusement, avant d'être mis en place, par les mêmes moyens que les rétortes. Aux premiers embranchemens de distribution, les tuyaux principaux peuvent être en fonte ou étirés en plomb ; ce dernier métal est plus commode près des distributions, parce que les embranchemens que l'on est obligé d'y adapter de temps à autre, et quelquefois à des distances assez rapprochées, d'après les demandes des consommateurs, s'y posent très facilement au moyen d'une soudure à l'étain, tandis que sur la fonte on est obligé de forer un trou et de tarauder un pas de vis, dans lequel il faut engager le bout taraudé d'un canon en fer à bride. Les tuyaux qui conduisent le gaz dans chaque maison particulière sont en plomb étiré ; on les contourne avec la plus grande facilité, pour leur faire suivre toutes les sinuosités nécessaires.

Les gros tuyaux de distribution doivent être d'un assez grand diamètre pour que l'écoulement du gaz n'y soit nullement ralenti, et que l'on ne soit pas forcé d'augmenter la pression pour déterminer l'écoulement, car une pression de quelques lignes d'eau oblige à charger un gazomètre, de dimension moyenne (20,000 pieds cubes), de plusieurs milliers ; et nous avons vu plus haut que 6 pouces de diamètre étaient nécessaires pour écouler le gaz qui alimente un éclairage de 2,600 becs, c'est-à-dire, à 3 pieds cubes par bec, un volume de 7,800 pieds cubes à l'heure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est fort important de s'assurer de la bonne qualité des tuyaux de fonte que l'on emploie dans les conduites, car les fuites de gaz sont non-seulement des causes de pertes pour l'usine, mais encore elles peuvent causer des accidens fâcheux; asphyxier les hommes qui travaillent dans les égouts où ces tubes sont quelquefois posés; faire périr les plantes, comme cela est arrivé aux arbres du boulevard des Italiens, à Paris; enfin, dégager dans des lieux fréquentés, une odeur incommode et insalubre. L'emmanchement des tuyaux de fonte peut être une des causes de déperdition, s'il n'est pas bien soigné. Voici les dispositions qui sont les plus propres à donner toute sécurité à cet égard : il faut placer les tubes assez avant en terre pour qu'ils ne soient pas sujets aux différences de dilatation causées par les changemens de température, et leur jonction doit être hermétiquement close. La fig. 7 représente deux tuyaux emmanchés l'un dans l'autre; on voit que l'un des bouts qui doit entrer dans l'autre, est terminé par une saillie circulaire DD, qui s'appuie dans une gorge de l'autre tuyau, au fond de laquelle on a introduit d'abord un bourrelet EE de filasse goudronnée; les deux bouts de tuyaux, dans l'espace AB qui reste entre eux, sont sillonnés de cannelures circulaires, et deux à quatre saillies ou oreilles en fonte, ménagées sur chaque tuyau, reçoivent des boulons à l'aide desquels on peut comprimer fortement le bourrelet de filasse, ce qui forme une sorte de *stuffen-box* : on lute ensuite avec de la terre franche tout le tour BB de l'ouverture qui reste entre les deux bouts; on y pratique un trou à la partie supérieure, puis, à l'aide d'un auget en terre, formé sur ce point, on fait couler du plomb fondu, qui remplit tout l'espace AB resté vide; on délute la terre, puis, à l'aide d'un ciseau sans taillant M, on matte fortement l'anneau de plomb coulé. Lorsque cette jonction est faite avec assez de soin, on peut être assuré qu'aucune fuite ne pourra avoir lieu.

Les petits tuyaux de distribution dans les maisons particulières, n'ont qu'un diamètre de 6 à 9 lignes lorsqu'ils ne doivent fournir du gaz qu'à six ou huit becs; mais s'ils en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alimentent un plus grand nombre, il faut augmenter le diamètre. En général, plus le passage dans ces tuyaux est large, et moins la lumière est vacillante; en sorte que l'on porte quelquefois jusqu'à 2 pouces le diamètre du tuyau principal de distribution pour un éclairage de 20 à 30 becs. En Angleterre, les petits tuyaux de distribution pour le gaz de l'huile sont en étain; ce métal a l'avantage de présenter plus de roideur, et d'être par conséquent moins sujet à se déformer lorsqu'il éprouve de légers chocs ou des pressions extérieures peu considérables.

Quelle que soit la matière, plomb ou étain, qui compose les petits tuyaux de distribution dans l'intérieur des habitations, il est fort important de s'assurer, avant de les mettre en place, qu'ils n'ont aucune fuite : on les essaie en les emplissant d'eau et observant si aucune partie ne se mouille à l'extérieur. Les fuites de gaz dans les habitations ne causent ordinairement que le désagrément d'une odeur plus ou moins fétide. Il pourrait cependant en résulter des accidens graves : si, par exemple, un appartement se trouvait partiellement rempli de gaz en l'absence des personnes qui l'habitent, et que l'on vînt à y entrer une lumière à la main, le mélange de gaz hydrogène carboné et d'air atmosphérique pourrait être détonnant, et l'explosion qui aurait lieu, dans ce cas, pourrait renverser et blesser quelques personnes. Il est, en général, très facile d'éviter des accidens de ce genre, puisqu'ils ne peuvent arriver que par des pertes que l'on prévient aisément. On ne saurait trop recommander, toutefois, aux consommateurs de gaz, d'avertir le directeur de l'éclairage dès que la plus légère odeur signale une fuite.

Les ouvriers chargés de la pose des tuyaux doivent éviter de les placer dans un espace libre trop grand, tel, par exemple, que l'intervalle entre un plafond et un plancher, de peur qu'une fuite ayant lieu, le gaz puisse remplir une grande partie de la cavité avant de manifester sa présence par l'odeur qu'il répand, et qu'une lumière venant à allumer le gaz accumulé, il en résulte une explosion. On fera bien, en général, de renfermer le tuyau conducteur dans une rainure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui n'ait aucune communication avec quelque cavité un peu considérable.

Les fig. 1, 4, 5, 8, ... indiquent les différentes parties de l'appareil au *gaz-light*, et la dernière fait voir comment on introduit sous terre, au travers des murs, sous les boiseries et dans l'épaisseur des plafonds, les tuyaux nécessaires pour fournir le gaz aux consommateurs. Cet appareil est monté pour l'extraction du gaz de la houille; nous verrons plus bas en quoi diffère l'appareil du gaz de l'huile.

Houille. Celle que l'on emploie pour charger les cornues doit être le plus bitumineuse possible; le choix de cette matière est très important, puisque, avec le même feu, les mêmes ouvriers et les mêmes frais de toute nature, on obtient de différens charbons de terre, des quantités de gaz fort différentes. Le *canel-coal*, par exemple, fournit, par kilogramme, jusqu'à 320 litres de *gaz-light*. La qualité moyenne du charbon anglais propre à l'éclairage, donne par kilogramme environ 230 litres de *gaz-light;* la même quantité du charbon du nord de la France, employé chez nous pour le même usage, ne fournit guère que 210 litres de gaz. La houille grasse de Saint-Étienne produirait sans doute davantage; mais elle est très sulfurée et fort chère. On doit aussi tenir compte, dans le choix de la houille, de la quantité et qualité du coke qu'elle peut fournir. Pour que le coke soit bon, il faut surtout qu'il contienne le moins possible de matières terreuses: on en apprécie aisément la proportion par le résidu qu'il laisse en brûlant. Enfin, on doit faire entrer dans les élémens du calcul les prix et la facilité de placement du gaz et du coke. Quant aux autres produits, le goudron, les eaux ammoniacales, les résidus de *chaux*, ils ont peu d'importance; nous verrons plus bas comment on pourrait les utiliser.

Quelle que soit la houille que l'on emploie, la proportion de *gaz-light* que l'on en peut obtenir dépend du degré de température auquel on la décompose. A une température trop basse ou élevée trop lentement, une partie de l'huile bitumineuse se volatilise sans décomposition, et se condense dans le premier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réfrigérant sans produire de gaz. On obtient de l'acétate d'ammoniaque et du gaz hydrogène peu carboné, de l'eau, etc. Si la température était trop élevée, le gaz hydrogène carboné déposerait une partie de son carbone en touchant les parois trop échauffées, et deviendrait moins *éclairant;* on courrait d'ailleurs le risque d'altérer promptement la fonte des retortes. L'expérience a démontré que le degré de température le plus convenable pour obtenir la plus grande quantité possible de gaz hydrogène le plus chargé de carbone, est celle qu'indique le rouge-cerise; il faut qu'elle soit le plus égale possible dans toutes les parties de la cornue.

De quelque manière que l'opération ait été conduite, il y a toujours un peu de gaz carboné qui se décompose, et il passe une certaine quantité d'huile bitumineuse à la distillation, environ 1 à 2 kilogrammes par hectolitre de houille carbonisée; on en emploie une partie pour préparer des MASTICS BITUMINEUX, dont on a commencé à se servir pour couvrir des terrasses, en y mélangeant environ les deux tiers de son poids d'un corps dur en poudre; et un VERNIS qui sert à enduire les bois, le fer, et principalement la tôle des gazomètres. Il reste aussi dans la retorte, près du tuyau par lequel le gaz se dégage, une certaine quantité de goudron solide; celui-ci peut être employé dans une seconde opération. Il suffit, pour cela, de le concasser et de le mélanger au charbon de terre avant de charger les retortes. On peut aussi s'en servir comme du goudron liquide mêlé au coke, pour chauffer les cornues.

Toutes les parties de l'appareil étant connues, nous pouvons maintenant indiquer la marche de l'opération. Si nous supposons, pour prendre les choses dès leur origine, que l'appareil vient d'être monté et le fourneau construit, on fera dessécher celui-ci lentement, en entretenant un peu de feu allumé dans chaque foyer. Lorsque la maçonnerie sera suffisamment sèche et échauffée, on chargera les cornues avec du charbon de terre, et, afin d'obtenir une production de gaz à peu près constante, et de répartir le travail également dans la journée, on poussera la distillation seulement dans le sixième du nombre total des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vases distillatoires; de cette manière, les ouvriers attachés aux fourneaux auront à décharger et recharger, quatre fois par jour, un sixième du nombre total des cornues montées dans une halle (1).

Chaque cylindre, dans les dimensions de 5 pieds de longueur et de 15 pouces de diamètre, contient, aux deux tiers de sa capacité, 100 kilogrammes de charbon de terre. La place vide dans ces vases distillatoires est nécessaire pour le gonflement du charbon; un hectolitre mesuré ras, de houille, produisent environ $1^h,4$ de coke mesure comble.

Dès que la température est élevée jusqu'au rouge, la décomposition commence à avoir lieu, et les produits gazeux que nous avons énumérés plus haut se dégagent. Ils se rendent par les tuyaux adaptés aux cornues dans le barillet B. La plus grande partie de l'eau, du goudron, du sous-carbonate d'ammoniaque, se condense.

Chaque tuyau adapté à l'un des cylindres plongeant de 2 pouces environ dans le liquide du barillet, la communication se trouve interceptée entre les diverses parties de l'appareil et l'intérieur des cornues; ce qui est indispensable pour le temps pendant lequel on vide et l'on charge les cornues; l'air communiquant alors avec l'intérieur de ces vases. Un tuyau D adapté à la partie inférieure du barillet, sert à faire écouler l'excédant des produits liquéfiés: ce tuyau, dit *vide trop plein*, est disposé de manière à ne vider le liquide que jusqu'à la moitié du barillet, afin que les tuyaux des cornues plongent constamment, de la même quantité, ainsi que la fig. 1 l'indique. Un seul tuyau adapté au barillet, conduit tous les produits gazeux non condensés au premier épurateur: celui-ci contient, comme nous l'avons indiqué fig. 4 et 9 Pl. 26, ou de la chaux en bouillie claire, que le gaz traverse en barbotant, et qui est tenue en suspension par un agi-

(1) On peut suivre cette description plus facilement, en se reportant aux fig. 1, 4, 5, 8 de la Pl. 23 (*Arts chimiques*), qui montrent toutes les communications entre les diverses parties de l'appareil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur, ou de la chaux en pulpe hydratée, sous forme pulvérulente, allégée par du foin ou de la mousse. Dans tous les cas, une portion plus ou moins considérable de l'acide hydro-sulfurique est retenue, et le gaz hydrogène carboné se rend par un tuyau dans la partie supérieure du gazomètre : celui-ci doit être alors entièrement enfoncé dans la cuve et rempli d'eau, comme l'indique la fig. 5. La légère pression que le *gaz light* lui fait éprouver, l'élève au fur et à mesure que ce gaz arrive, et lorsqu'il en est presque entièrement rempli, on ferme le robinet de communication avec l'appareil d'où il vient, et l'on ouvre un autre robinet qui laisse passer le gaz de l'appareil de production dans un second gazomètre. Dès que le premier gazomètre est plein, et le robinet d'arrivée du gaz, fermé, on peut, en ouvrant un robinet, établir la communication entre l'intérieur de ce gazomètre et les tuyaux de dépense, dans lesquels le gaz passe pour arriver chez les consommateurs.

On doit s'assurer, de temps à autre, s'il y a quelque fuite de gaz dans les diverses parties de l'appareil ; on s'en apercevrait difficilement à l'odeur, parce que tous les ateliers doivent être tellement aérés, que le gaz ne puisse jamais s'y accumuler, et que l'eau des gazomètres, le gaz qui s'échappe dans la manœuvre des cylindres, etc., répandent sans cesse une odeur assez forte dans les ateliers. On reconnaît les endroits qui perdent, en approchant une lumière des joints, des cloûures et de toutes les parties où l'on peut soupçonner quelque fuite. Partout où le gaz aura une petite issue, il s'enflammera à l'approche de la lumière. Cette inflammation ne présente aucun danger dès que l'air des appareils aura été expulsé par le gaz, parce que celui-ci éprouvant partout une certaine pression, ne pourra donner accès à l'air atmosphérique, et que sa combustion ne pourra par conséquent se propager à l'intérieur : elle n'aura lieu qu'au dehors et à l'endroit de chaque issue. On se hâtera de boucher les issues qu'on aura découvertes, soit en serrant les boulons si elles se trouvent entre deux brides, soit en posant un peu de lut en tout autre endroit.

Lorsque la décomposition de la houille est achevée, il s'agit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de décharger les cylindres et de les recharger : pour cela, on commence par desserrer la vis qui comprime l'obturateur, et l'on enlève la traverse B; et pour éviter la petite explosion qui a lieu lorsque le gaz resté dans la cornue et le bout de tuyau jusqu'au barillet s'enflamme spontanément, on frappe un coup léger sur l'obturateur; une fissure se détermine tout autour, le gaz en sort; on l'allume avec un bout de mèche; on ôte l'obturateur, on tire le coke dans une brouette dont le coffre est à bascule (fig. 10), que l'on fait rouler d'un cylindre à l'autre; on la vide sur un sol carrelé. Le coke étalé en couche mince s'éteint spontanément : on étend la couche de charbon dans le cylindre; on lute avec de la *terre à four*, dite *terre franche*, les bords de l'obturateur; on se hâte de l'appliquer sur l'embouchure du vase distillatoire, de poser la barre transversale, et de serrer la vis. Toute cette manœuvre, exécutée par des hommes qui en ont l'habitude, dure seulement deux ou trois minutes.

Produits de la distillation du charbon de terre. Le principal but qu'on se propose dans cette opération, est d'obtenir la plus grande quantité possible du gaz le plus propre à l'éclairage, et du coke de bonne qualité : nous avons indiqué les moyens d'y parvenir. Nous parlerons plus loin de la manière d'employer ce gaz le plus utilement possible, et de la quantité de lumière qu'il procure sous un volume donné, etc. Le charbon privé de bitume qui reste dans les cornues, et que l'on connaît sous le nom de *coke*, est propre à divers usages. Il peut remplacer le charbon de bois dans les usines des fondeurs en cuivre, des affineurs de métaux, dans divers ateliers et dans quelques laboratoires; la houille de *Fresnes*, dans le touraillement des grains chez les brasseurs, et les autres combustibles dans l'économie domestique. Les emplois du coke, très étendus déjà, suffisent à l'écoulement d'une grande partie de celui que l'on fabrique dans les usines de *gaz-light* de Paris. Ce combustible commence à y être fort recherché; il est, en effet, très commode pour les usines placées au milieu des habitations, parce qu'il ne répand point de fumée et présente d'ailleurs, sur l'emploi du charbon de bois, une économie de près des deux tiers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En Angleterre, où la production du coke est beaucoup plus considérable, on l'a proposé et essayé, à diverses reprises, dans le traitement de la fonte et du fer; mais jusqu'à présent ces tentatives ont été infructueuses, soit parce que ce charbon est moins compacte et contient sous le même volume moins de matière combustible, soit qu'il retienne une plus grande proportion de proto-sulfure de fer, que la houille carbonisée en grande masse et à l'air.

La quantité de coke produite en fabriquant le gaz ne pouvant être toute écoulée dans le commerce, on est forcé, en Angleterre, d'employer la plus grande partie à chauffer les cornues; on ménage moins ce combustible qu'en France, et l'on termine les opérations plus promptement. On ajoute au coke une certaine quantité de goudron recueilli dans la distillation de la houille.

On obtient, dans la distillation de la houille, plusieurs produits secondaires, dont on ne tire pas encore tout le parti possible: les liqueurs ammoniacales qui se condensent dans les premières conduites, peuvent être saturées d'acide sulfurique et rapprochées, comme nous l'avons vu, par l'excédant de chaleur échappé au fourneau; le sulfate d'ammoniaque que l'on en obtient en le faisant précipiter à chaud ou cristalliser par refroidissement, peut se vendre aux fabricans d'alun et servir à préparer tous les produits ammoniacaux. (*V.* Sel ammoniac et Sulfate d'ammoniaque.)

Le goudron séparé des produits aqueux de la distillation, ou éliminé dans le rapprochement des liqueurs ammoniacales saturées, lavé et privé par l'ébullition de la plus grande partie de l'eau et de l'huile la plus essentielle, peut être employé pour recouvrir les gazomètres, préparer une sorte de Mastic bitumineux. (*V.* ce mot.) On ne tire pas encore parti de toute la quantité de ce goudron obtenu dans les fabriques de *gaz-light*. Son odeur forte est un obstacle à son emploi.

Nous avons vu plus haut que le sous-hydrosulfate de chaux résultant de l'épuration du gaz pouvait être employé en petite quantité comme engrais sur les terres, lorsqu'on l'obtient à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'état pulvérulent. On peut aussi s'en servir dans la construction à faire du mortier; mais il faut en mélanger avec la même quantité de sable, près d'un tiers en sus de la quantité de chaux employée habituellement. Le mortier de cette chaux hydrosulfatée durcit bien, et résiste suffisamment aux intempéries de l'air; j'en ai employé dans plusieurs constructions: il a le désagrément de répandre une assez mauvaise odeur pendant plusieurs jours.

Lorsque le sous-hydrosulfate est obtenu à l'état liquide, on est obligé de s'en débarrasser, en le transportant à des distances plus ou moins éloignées. On doit le regarder alors plutôt comme une charge pour ces établissemens, que comme un produit utile.

Les cornues mises hors de service constituent une des plus grandes dépenses de ces établissemens; elles doivent être comptées, toutefois, pour la valeur de la vieille fonte en déduction des frais, et nous verrons, dans le compte de fabrication que nous présenterons plus bas, qu'elles valent environ le quart du prix de la fonte neuve.

On a souvent, dans ces dernières années, mis en question l'utilité de la fabrication du *gaz-light* par le charbon de terre, dans diverses localités. Des gens d'un mérite reconnu, en soutenant, par des raisons spécieuses, que cet éclairage n'était nullement profitable, ont jeté un grand discrédit sur cette industrie encore peu développée en France, et les opinions sont à peine fixées à cet égard. Nous sommes heureux de pouvoir affirmer qu'à Paris, en ce moment, la question est définitivement jugée en faveur des établissemens formés, à grands frais, dans cette capitale et dont l'existence a été encore menacée, depuis plusieurs années, par l'empire, si puissant chez nous, des préjugés, et les craintes chimériques qu'ils ont fait naître. Nos lecteurs verront sans doute avec intérêt, le compte des recettes et dépenses d'une des premières usines en ce genre. Nous l'extrairons d'une lettre de M. Bérard, directeur de l'établissement, à M. Gay-Lussac. (Ann. de Chim. et de Phys., mars 1825.) Le nom de son auteur, et les preuves qu'il donne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'appui de ses calculs, ne laissent aucun doute sur les conclusions qu'il en a tirées.

COMPTE DE L'ÉCLAIRAGE AU GAZ DU CHARBON,

DANS L'USINE ROYALE DE PARIS.

Dépenses.

Capital d'établissement, 1,200,000f.			
Intérêts des fonds, à 5 p. %.	60,000f		340,053f
Matière première, houille (*de Griseuile, Fines Forges, Gailleteuse*), 2,295,000k, à 4f 40c l'hectolitre de 80k.	126,222		
Combustible (moitié du coke obtenu, 20,081 hectolitres, à 2f 85).	57,230	80c	
Main-d'œuvre.	30,000		
Frais généraux : administration.. 25,000f 20 ; menues dépenses. 20,000 — 45,000f 20c	45,000	20c	

Recettes.

Lumière, 2400 becs à 93f 90c par année.	225,360		344,632f
Coke, 40,161 hectolitres combles, à 2f 85c.	114,461	60	
Cornues vendues comme vieille fonte.	3,600	40	
Goudron.	1,200		
Bénéfice net, intérêts payés.			4,579f

Le bénéfice résultant de ce compte paraîtra peu considérable, si on le compare aux capitaux et dépenses annuelles que cette industrie nécessite; mais si l'on réfléchit à toutes les entraves que les préjugés ont apportées à son développement, on s'étonnera encore qu'elle soit déjà aussi avancée : d'ailleurs, toutes les chances probables lui sont favorables maintenant. En effet, la quantité de goudron que l'on vend est bien moindre que celle que l'on obtient, et son prix bien au-dessous de sa valeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réelle. A peine ses usages sont-ils connus, et nous avons la certitude qu'ils sont assez importans pour déterminer bientôt le placement de la totalité, à un prix avantageux (1). Les eaux ammoniacales ne figurent pas dans les produits, parce que l'on n'en a pas encore tiré parti, et cependant il n'est pas douteux que ce produit ait une valeur de 3 à 4 fr. la barique, et que l'on en trouve bientôt le placement. Ces deux produits ne sont pas obtenus en bien grande quantité, et ils varient suivant la qualité du charbon; ils contribueront toujours à augmenter les bénéfices de ces établissemens. La lumière, dont le prix est déjà augmenté d'un cinquième, n'est pas encore payée ce qu'elle vaut réellement, car les becs de gaz tels que les Compagnies les ont adoptés, donnant deux fois et demie autant de lumière qu'un bec d'Argand ordinaire, qui brûle 30 grammes d'huile par heure, il en résulte qu'une heure d'éclairage par un bec de gaz, vaudrait le même prix que deux fois et demie 30 grammes d'huile épurée, ou, au bas cours d'aujourd'hui, 8^{c},75; si l'on ajoute pour les frais d'usure de la mèche, d'entretien, etc., seulement 1^{c},25, on verra que la valeur réelle du bec de gaz serait de 10 centimes par heure, et il n'est payé en ce moment que 6 centimes.

On a pensé que l'éclairage au gaz devait être beaucoup plus avantageux en Angleterre qu'en France, parce que la fonte y est moins chère et meilleure, que le charbon de terre y est également de meilleure qualité et à plus bas prix; mais on peut répondre à ces objections, que la plupart des ustensiles en fonte, tels que les conduites, les barillets, etc., ne s'usent pas sensiblement; que le prix de la main-d'œuvre, de la charpente, de la maçonnerie, est beaucoup moins élevé en France que dans toutes les parties de la Grande-Bretagne. Enfin, si l'on déduit, dans le compte présenté plus haut, le prix du coke vendu de celui de la houille achetée, on verra que celle-ci ne revient net qu'à 68,992 fr., tandis que pour

(1) *V.* les articles Goudron, Mastic bitumineux, Terrasses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produire une même quantité de *gaz-light*, suivant le compte publié par une usine de Glascow, la dépense nette, relative au même objet, est de 73,350. La matière première coûte donc moins aux fabricans de gaz de Paris qu'à ceux de Glascow.

Le compte de l'usine anglaise précitée porte les bénéfices, intérêts compris, à 7,20 p. $\frac{0}{0}$, et déjà cet établissement a atteint à peu près le prix qu'il est possible de vendre ses produits. L'usine française n'a pas encore porté le prix de son gaz aux deux tiers de sa valeur réelle; elle peut doubler sa fabrication sans que ses frais généraux augmentent sensiblement, et cependant elle présente déjà un bénéfice de 5,38, intérêts compris. Il y a donc tout lieu de croire que les usines de Paris, convenablement administrées, offriront un bénéfice bien plus considérable que celles de l'Angleterre.

Dès que les grandes applications du *gaz-light* en Angleterre furent connues en France, en 1818, M. le préfet de la Seine fit construire des appareils destinés à l'éclairage de plusieurs hôpitaux, et à servir de modèles pour des établissemens d'usines plus considérables. Ils ont parfaitement rempli leur effet, quoiqu'ils n'aient encore été employés qu'à l'éclairage de l'hôpital Saint-Louis. Nous croyons devoir présenter le dernier compte qu'en a publié l'administrateur, M. Peligot, dans les Annales de Chimie : c'est un exemple d'un éclairage au gaz, monté sur de petites dimensions, comparé avec l'éclairage à l'huile qui l'avait précédé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTE DE L'ÉCLAIRAGE DE L'HOPITAL SAINT-LOUIS.

La consommation du charbon a été de 3120 hectolitres 50 litres, au prix de 4f,67c et de 4f,20c, savoir :

Charbon employé à la distillat., Saint-Étienne, 1,999k,75 à 4f 67.			9,338f 83
Id. *id.* pour chauffage, Creuzot...., 1,120,75 à 4 20			4,707 15
	3,120	50	14,045f 98

Les 1,990 hect. 75 distillés dans les cornues ont produit :

1°. Gaz hydrogène, 716,670 pieds cubes ;

2°. Coke, 2,920 hect., à 3f 43 l'hect..... 10,019 25

3°. Goudron :

en nature, 8,128k, dont 7,204k,59 à 25c.....			1801 15	
			11,820 40	
Huile essentielle, 74k ont produit 18k,50, vendus à 1f 20.....		22 20		
850k, avec lesquels on a fabriqué 8460k de mastic à 25c	2,115		1351 20	13,171 60
Sur quoi déduire achat de sable et main-d'œuvre.....	786	1329 »		

Reste pour la dépense résultant de la consommation du charbon. 874f 38c

A quoi ajouter les frais de main-d'œuvre :

Deux hommes, calculés à 2f par jour.....	1460 «	
Une cornue, 400f, d'où il faut déduire 50f pour la vieille fonte, ci.....	350 »	
Réparation des fourneaux.....	150 »	2,210 »
Entretien et réparation des conduits.....	200 »	
Chaux.....	50 »	
TOTAL de la dépense.....		3,084 38
L'éclairage à l'huile coûtait.....		8,000 »
Différence.....		4,915f 62

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La différence de 4915^{f},62^{c} représente, et au-delà, l'intérêt à 10 p. $\frac{0}{0}$ de 40,000^{f}, somme avec laquelle on pourrait établir un appareil d'éclairage qui suffirait au service de l'hôpital Saint-Louis ; en prélevant 4000^{f} pour ses intérêts, il resterait un bénéfice de 915^{f},62^{c}. Mais dans la comparaison des deux modes d'éclairage, l'avantage le plus marqué, c'est que l'hôpital est éclairé aujourd'hui avec 320 becs au gaz, et qu'il l'était autrefois seulement avec 125 becs à l'huile et à mèches plates, d'une force évidemment inférieure.

Il paraît, d'après les observations de M. D'Arcet, que les dépenses de ce compte seraient plutôt exagérées qu'au-dessous de leur valeur réelle ; que le prix de l'appareil est porté trop haut, puisque les 716,670 pieds cubes de gaz consommés en 1821 dans cet hôpital, ne représentent, à 3 pieds cubes par heure, que 109 becs d'Argand, brûlant chaque jour de l'année pendant 6 heures.

D'après le Prospectus de M. Gengembre, un appareil capable de fournir cette quantité coûterait au plus 11,000 fr. Il est bien certain qu'on dépenserait moins de 29,000 fr. pour établir les tuyaux de répartition du gaz.

Un éclairage de 60 becs d'Argand, brûlant journellement pendant 10 heures, comme à Saint-Louis, n'entraînerait, d'après l'expérience faite à cet hôpital depuis 5 ans, que la destruction d'une cornue en deux ans.

On voit, d'après le compte, qu'il a fallu 56,04 kilogrammes de charbon de terre pour en distiller 100, tandis que dans un appareil plus considérable, à l'usine royale par exemple, où un plus grand nombre de cornues sont chauffées à la fois, la proportion du charbon brûlé au charbon distillé, n'est que de 30 du premier pour 100 du second.

Il résulte encore de ce compte, qu'un kilogramme de houille n'a donné que 4,48 pieds cubes de gaz, tandis que du charbon de meilleure qualité donnerait de 5 à 6 pieds cubes par kilogramme.

Préparation du gaz-light par les matières grasses. C'est un Anglais, M. Taylor, qui le premier a essayé ce mode d'éclairage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et construit des appareils en grand. Toutes les substances grasses sont composées d'hydrogène, de carbone et d'oxigène : ce dernier principe s'y trouvant en proportion bien moins grande que celle nécessaire pour convertir tout le carbone en acide carbonique, on obtient par la calcination beaucoup de gaz hydrogène carboné, et ce gaz, comme nous le verrons plus loin, contient une plus grande proportion de carbone que celui obtenu de la houille, et son pouvoir éclairant est à peu près trois fois plus considérable. Les substances grasses sont choisies parmi celles que l'on trouve à meilleur marché dans le commerce. Sous ce rapport, on a employé généralement jusqu'aujourd'hui, les Huiles *de graines* non épurées ; elles produisent environ 830 litres de *gaz-light* par kilogramme.

La composition de ces huiles permet de les convertir presque entièrement, dans les circonstances les plus favorables, en hydrogène deuto-carboné et en acide carbonique. En effet, si nous prenons pour exemple l'huile de lin, elle contient : hydrogène, 11,351 ; oxigène, 12,635 ; et charbon, 76,014; soustrayant de ce dernier principe 4,63, quantité nécessaire pour convertir complètement les 12,635 d'oxigène en acide carbonique, il restera 71,38 de charbon et 11,35 d'hydrogène, qui, combinés ensemble, formeront 82,73 d'hydrogène carboné. Ce gaz contiendra presque exactement les mêmes proportions que l'hydrogène deuto-carboné : en effet, celui-ci étant formé de deux volumes de vapeur de carbone, dont la densité est de 0,844, plus deux volumes d'hydrogène d'une densité égale à 0,1376, condensés en un seul volume, en établissant la proportion

$$844 : 1376 :: 71{,}38 : x = 11{,}637,$$

on voit qu'il ne manque d'hydrogène que 0,287 pour constituer exactement le gaz hydrogène deuto-carboné. Le *gaz-light* obtenu par la décomposition de l'huile dans les meilleures circonstances, serait donc composé de 17,265 d'acide carbonique, et de 82,73 d'hydrogène carboné ; mais il est presque impossible d'obtenir une gazéification aussi complète, et il ar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rive toujours qu'une température trop élevée en quelques points altère le gaz hydrogène carboné, en lui faisant déposer une partie de son carbone. En d'autres parties, la température trop basse laisse passer de l'huile en vapeur. On pourrait, au premier abord, s'étonner de ce que l'huile convertie en gaz pour être appliquée à l'éclairage, présente des résultats plus avantageux que lorsqu'elle est brûlée directement dans une lampe d'Argand. Dans ce dernier cas, en effet, elle développe autant de chaleur par sa combustion, et brûle en totalité. Il paraît que la différence d'un quart environ, observée dans la quantité de lumière entre ces deux modes d'éclairage, tient à ce que, dans la combustion directe, une partie de la chaleur étant employée à vaporiser et gazéifier l'huile, la température de la flamme est moins élevée, et celle-ci moins lumineuse.

On a essayé de remplacer, dans la préparation du gaz, l'huile par les graines oléagineuses desquelles on l'extrait. On espérait profiter ainsi des frais d'extraction de l'huile; mais ces spéculations ne pouvaient avoir aucun succès, puisque ces frais, qu'on voulait éviter, sont compensés à très peu près par le prix des *marcs* ou *tourteaux*; d'ailleurs, l'eau, l'*extractif*, les matières ligneuses contenues dans ces graines, et qui forment les 60 centièmes de leur poids, donnent du gaz hydrogène très peu carboné, qui augmente le volume du *gaz-light*, mais diminue de beaucoup son pouvoir éclairant. On employait une plus grande quantité de combustible pour réduire en gaz les substances nuisibles, et enfin la main-d'œuvre était beaucoup plus coûteuse, puisque l'on était obligé de déluter les cornues pour extraire le résidu charbonneux et introduire une nouvelle charge de graines.

M. D'Arcet a fait employer, il y a plusieurs années, dans l'éclairage des bains d'Enghien, les matières grasses extraites des eaux chargées de savon (acides margarique, stéarique et oléique), en saturant l'alcali qu'elles contiennent par l'acide sulfurique.

Les circonstances de la production du gaz de l'huile sont à peu près les mêmes que celles de la production du gaz de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

houille, et la plupart des ustensiles sont semblables. Le fourneau est construit de la même manière; les cornues en fonte ont la même forme. La qualité de la fonte est la même, mais elle s'altère moins, parce que la température est un peu moins élevée; elle excède à peine le rouge naissant (600 degrés centigrades). Les matières grasses ne contenant point d'azote, ne peuvent donner lieu à la formation de l'ammoniaque, qui, comme on le sait, rend le fer cassant. Le premier réfrigérant et les deux épurateurs nécessaires dans la distillation de la houille, sont remplacés ici par un seul condensateur, dans lequel le gaz introduit traverse l'huile même qui doit alimenter la décomposition dans les cornues. Il y dépose l'huile qu'il a entraînée en vapeur, et ne contient plus, en sortant de là pour se rendre au gazomètre, que de l'hydrogène carboné et de l'acide carbonique. Ce dernier gaz nuit, à la vérité, au pouvoir lumineux de la flamme, puisqu'il en augmente le volume sans servir à la combustion; mais il n'est pas indispensable de le séparer. M. Taylor a cru devoir éviter la complication de l'appareil, ou la pression nécessaire pour l'éliminer.

Le gazomètre est entièrement semblable à celui du gaz de la houille; mais sa capacité doit être moindre, puisque, sous le même volume, ce gaz éclaire trois fois plus; ou, ce qui revient au même, avec un volume trois fois moindre et la capacité par conséquent trois fois moins grande du gazomètre, on obtient la même quantité de lumière.

Nous allons tracer, comme nous l'avons fait pour le gaz de la houille, la marche de l'opération dans la préparation du *gaz-light* de l'huile.

On charge les cornues avec du coke en fragmens d'une grosseur moyenne, égale à peu près au volume des œufs de poule.

Cette substance est nécessaire pour multiplier les points de contact entre la vapeur huileuse et un corps à la température utile à sa décomposition : on pourrait y subtituer des fragmens de brique, des rognures de tôle, etc.; je ne pense pas que ce soit avec avantage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque les cylindres sont chargés, lutés et chauffés graduellement jusqu'au rouge obscur, on y laisse couler, par un petit filet, l'huile contenue dans le condensateur A (fig. 1 de la Pl. 24); on la voit s'écouler, par un petit globe en verre B, et l'on peut en régler la quantité: elle est introduite, à l'aide d'un petit tuyau B′, dans la cornue, à l'extrémité opposée à celle où s'opère le dégagement du gaz, afin que, dans la course qu'elle a à parcourir, il y ait plus de points de contact entre les surfaces échauffées et l'huile réduite en vapeur, et que la décomposition de celle-ci soit plus près d'être complète. Dans cette opération, comme dans la précédente, il faut éviter que la température soit trop basse ou trop élevée; dans le premier cas, il se volatiliserait une plus grande quantité d'huile non décomposée, qui ne peut faire partie du gaz de l'éclairage, et il se produirait de l'acide acétique, dont les principes seraient enlevés en pure perte au *gaz-light*, et qui d'ailleurs peut corroder une partie des appareils. Dans le second cas, le gaz hydrogène carboné laisserait une partie de son carbone sur les surfaces trop fortement chauffées, ce qui diminuerait son pouvoir éclairant.

Le gaz produit sort de la cornue par le tuyau C; il traverse l'huile dans le condensateur A, sort de là dépouillé de l'huile qu'il avait entraînée, et se rend directement dans le gazomètre D par le tuyau E; il sort du gazomètre lorsque celui-ci est rempli par le tuyau F, qui communique à volonté par un robinet avec les grands et petits tuyaux de distribution.

Cette opération marche d'une manière continue pendant quinze jours; ce n'est qu'au bout de ce temps qu'il est nécessaire de remplacer le coke, dont les interstices commencent à s'obstruer, par du coke *neuf*; celui qu'on retire de la cornue est employé comme combustible. Les autres soins que l'on donne à la conduite de cette opération, se bornent à alimenter constamment le condensateur de l'huile, qui est nécessaire pour remplacer celle qui se décompose dans les cylindres, et à s'assurer que les différentes parties de l'appareil ne perdent pas.

Gaz-light de la résine. On a proposé, il y a quelques années, d'employer la résine comme matière première pour la prépa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ration du gaz de l'éclairage : cette substance se trouve abondamment et à bon marché dans le commerce ; elle contient presque les mêmes proportions d'hydrogène, d'oxigène et de carbone, que des matières grasses ; et le gaz hydrogène carboné qu'elle procure par leur décomposition, est doué d'un pouvoir éclairant presque aussi considérable que celui du gaz de l'huile. Voici le calcul que l'on a établi, en supposant l'emploi de cette matière première :

Résine, 227700 kil., à 20f le 100	45,540f
Houille brûlée pour la décomposition, 5610 hect.. à 4f	22,400
Frais journaliers	39,000
Mise de fonds et établissement, 400,000f, dont l'intérêt à 10 p. %.	40,000
	146,940
Lumière vendue, 3000 becs,	281,700
Bénéfice	134,760

Cette opération, comme on le voit, présente des avantages considérables ; quelques difficultés dans l'exécution ont empêché jusqu'aujourd'hui qu'elle fût pratiqué en grand : on a éprouvé surtout quelque peine à faire introduire régulièrement la résine dans la cornue ; pour cela on a pratiqué de larges conduits dans lesquels la résine, liquéfiée par la chaleur, passait pour se rendre à la cornue ; mais il se formait des dépôts charbonneux qui engorgeaient promptement ces conduits, et forçaient à les nettoyer. On a mieux réussi en se servant de térébenthine ; cette substance contenant de l'huile essentielle, se liquéfie aisément, coule plus vite et engorge moins les conduits. On réussirait peut-être mieux encore en introduisant ces substances en vapeur dans la retorte où elles doivent être décomposées. Pour cela, il suffirait d'avoir deux cornues alimentaires, que l'on chaufferait alternativement, en sorte que l'une d'elles fournirait constamment de la vapeur, tandis que l'autre pourrait être nettoyée et rechargée. Cet appareil, indiqué par la fig. 2, m'a parfaitement bien réussi pour des huiles très essentielles et très chargées de charbon, qu'il eût été bien difficile d'appliquer autrement à l'éclairage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De la disposition des becs. Avant d'examiner les différentes manières de brûler le gaz dans les becs dont les formes varient, nous devons établir les principes sur lesquels tous les modes d'éclairage sont fondés, afin de faire voir quelles sont les circonstances les plus favorables à la production de la lumière, et les dispositions qui amènent ces circonstances.

On sait que tous les corps échauffés jusqu'à une certaine température deviennent lumineux ; que la flamme ne peut avoir lieu qu'à une température élevée; que les combustions lentes ont lieu sans aucune production de lumière, quoiqu'elles puissent développer une quantité de chaleur égale, en somme, à la chaleur d'une combustion vive : enfin, on a observé qu'une flamme est d'autant moins lumineuse, que son volume est plus étendu. Ce dernier fait est démontré par plusieurs expériences : si l'on place une bougie allumée sous le récipient de la machine pneumatique, et que l'on diminue de beaucoup la pression, on verra la flamme acquérir un grand volume, et la lumière diminuera considérablement. La même lampe, allumée près de la surface de la terre, aura une flamme beaucoup plus courte que lorsqu'elle sera portée au sommet d'une montagne élevée; et, dans cette dernière situation, sa flamme sera plus volumineuse.

Tous ces principes sont facilement applicables aux différens modes d'éclairage : pour que la combustion soit vive, il faut que la proportion d'air soit assez grande pour brûler tout le gaz près du bec; on remplit cette condition en disposant les becs comme dans les lampes à double courant d'air : il faut aussi que l'issue du gaz soit égale et régulière autour du bec circulaire; on produit cet effet en perforant de petits trous les disques en acier qui terminent le double tuyau en cuivre, comme le montre la fig. 3, par un plan et une coupe. Le même effet est produit dans les quinquets par une mèche circulaire dont la capillarité amène constamment une égale quantité d'huile dans tous les points de la circonférence.

Afin d'entretenir la température de la flamme qui éclaire, à un degré élevé, on ne l'abandonne pas au milieu de l'air,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui la refroidirait dans ses mouvemens ; mais on l'enveloppe d'un cylindre en verre. On sait que celui-ci s'échauffe fortement près de la flamme, et que par conséquent il doit entretenir sa température élevée. La forme de ce tube en verre n'est pas indifférente : s'il est du même calibre dans toutes ses parties, ainsi que l'on a l'habitude de les employer, il forme une sorte de cheminée dont le tirage est trop fort; la flamme s'alonge, sa température est moins élevée, sa lumière moins vive. Ces deux causes, comme nous l'avons vu, contribuent à diminuer l'intensité de la lumière; pour les éviter, on emploie des tubes en verre (*verres à quinquets*) dont le calibre diminue de quelques lignes à une certaine distance au-dessus de l'origine de la flamme. Cette disposition diminue le tirage, et, faisant éprouver une sorte de refoulement à l'air, empêche la flamme de prendre une grande extension, et élève sa température en la concentrant dans un plus petit espace. M. Richter m'a fait remarquer, à Londres, que les becs munis de ces verres jetaient une lumière bien plus vive que les autres; quelques-uns auxquels étaient jointe une sorte d'entonnoir renversé ou cône tronqué destiné à amener l'air près de la mèche, avaient encore plus d'éclat. Il serait utile que des expériences directes déterminassent les formes et les dimensions les plus convenables à donner aux becs, porte-verres et verres, pour obtenir d'une même quantité de gaz le plus de lumière possible.

Ces dispositions une fois prises produisent constamment l'effet qu'on doit attendre relativement au *gaz-light;* tandis que dans les lampes alimentées par l'huile, les circonstances varient à chaque instant : la mèche se charbonne, l'huile montant alors en plus grande abondance, par une force capillaire augmentée, produit plus de vapeur, refroidit la flamme et n'est pas entièrement brûlée. Lorsque le niveau baisse dans le réservoir, la quantité d'huile amenée par la mèche est moins considérable, ce qui change encore, mais dans un sens inverse, la relation entre les quantités d'air et de matière combustible. Ces deux causes comptent pour beaucoup parmi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celles qui peuvent faire accorder la préférence à l'éclairage au gaz. Nous devons dire, à cette occasion, que les lampes de Carcel évitent ces deux inconvéniens. On sait qu'un petit système de pompes, mû dans leur réservoir par un mouvement d'horlogerie, envoie une quantité d'huile constante dans le tube qui porte la mèche; celle-ci ne se charbonne pas; la combustion de l'huile est toujours égale, et la lumière ne varie pas. Mais la lampe devient un instrument en quelque sorte de précision, qui coûte cher et peut se déranger.

On n'observe pas toujours les dispositions que nous venons d'indiquer dans l'éclairage au gaz. Les becs sont quelquefois à nu au milieu de l'air dans différentes positions, de manière à ce qu'ils lancent la flamme latéralement, en bas, dans tous les sens. Mais dans ces dispositions particulières, pour ainsi dire de fantaisie, on sacrifie une partie du pouvoir lumineux à la décoration ou aux effets bizarres que peuvent produire des jets de flamme droits, verticaux ou renversés, sous les formes de gerbe, d'éventail, de tulipe, d'aigrette, etc. : une telle profusion de lumière est une sorte de luxe qui exclut l'économie. On doit considérer de la même manière un mode d'éclairage proposé dernièrement en Angleterre; il consistait en un appareil disposé au dehors des fenêtres des appartemens, en sorte que la lumière du gaz produisît un effet analogue à celui de la lumière du jour : on conçoit que, dans cette disposition, il y a une grande perte de lumière en raison de la distance de l'objet lumineux et de la réflexion des vitres; aussi ce moyen n'est-il employé que dans très peu d'endroits.

Eclairage par le gaz portatif.

Depuis quelque temps on s'est occupé de réduire le *gaz-light* à un petit volume, afin d'en renfermer une quantité suffisante pour l'éclairage durant une soirée, dans des réservoirs de lampes portatives, et dans des réservoirs plus grands qui puissent être portés à domicile, et adaptés à des tuyaux dont un système d'embranchement éclairerait toute une maison, un établissement public, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est facile d'apercevoir au premier coup d'œil que le *gaz-light* le plus convenable à cet usage, est celui qui, sous un volume donné, représente la plus grande quantité de lumière : d'après ce que nous avons dit plus haut, on doit donc le tirer des substances grasses ou résineuses ; c'est effectivement au gaz provenant de ces matières qu'on a donné la préférence.

Quelque fort que soit le pouvoir éclairant du *gaz-light*, il est bien difficile que son volume soit assez réduit pour que son réservoir n'excède pas les dimensions de nos lampes ordinaires : en effet, un bec à gaz, tel que les Compagnies d'éclairage les ont adoptés (égal à un fort quinquet ou bec d'Argand dont la mèche est fraîchement coupée), consomme, par heure, 1 pied cube de gaz de l'huile, et, pour une soirée d'hiver, environ 8 pieds cubes, en supposant que la compression dans le réservoir d'une lampe fût égale à seize fois celle d'une atmosphère, ce qui est assez convenable pour cet éclairage : ce réservoir devrait contenir un demi-pied cube, ses dimensions seraient, par exemple, celles d'un parallélipipède de 6 pouces carrés à sa base, et d'un pied de hauteur. Si le gaz était comprimé à 32 atmosphères, ce qui serait beaucoup, le réservoir de la lampe devrait contenir $\frac{1}{4}$ de pied cube : ce serait, par exemple, un vase cubique de 6 pouces de côté ; son épaisseur devant être d'une ligne, afin qu'il puisse supporter une pression double de celle que l'on veut donner au gaz, on voit qu'il aurait un poids trop grand pour être bien réellement assimilé aux lampes portatives ordinaires.

Si le *gaz-light* ne semble pas devoir être rendu portatif au point d'être renfermé commodément dans les réservoirs des lampes ordinaires, il paraît au contraire présenter des avantages réels lorsqu'on se propose de le transporter à domicile dans des récipiens capables d'alimenter un certain nombre de becs fixes. Ce mode d'éclairage convient surtout aux localités un peu distantes des tuyaux de distribution par lesquels le gaz *light* ordinaire est amené au point de la consommation ; il offre l'avantage de permettre au consommateur d'allumer à sa vo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lonté un plus ou moins grand nombre de becs, et de payer seulement le gaz employé.

Ce mode d'éclairage fut, dans l'origine, sujet à quelques inconvéniens assez graves; la difficulté de construire des récipiens suffisamment solides et qui ne permissent aucune fuite, arrêta quelque temps les premiers fabricans; on parvint à faire des réservoirs solides en cuivre *brasé* à la soudure forte et étamés dessus les joints. Le gaz, une fois fortement comprimé, s'échappait par l'issue qui lui était ouverte, avec une force décroissante, comme la quantité contenue dans le récipient, et la lumière diminuait par degrés; cet effet devenait surtout sensible lorsque plus de la moitié du gaz comprimé à 15 atmosphères était consommé, alors il devenait indispensable d'aller très fréquemment ouvrir davantage le robinet; encore ne pouvait-on, à l'aide de ce soin, parvenir à avoir une lumière parfaitement égale; il eût été impossible d'éclairer de cette manière les rues, les places publiques, qui exigent un éclairage de 14 heures en hiver.

Cet obstacle à l'emploi du gaz portatif a été levé en France par M. Jalabert : il a imaginé de régler l'issue du gaz, de manière à ce qu'elle fût toujours égale lorsque la pression diminue; les deux moyens qu'il a employés pour y parvenir sont fort ingénieux. L'un consiste à adapter au robinet qui doit déterminer le passage du gaz, un quart de cercle denté, qui est commandé par un pignon mû par un mouvement d'horlogerie; le mouvement étant monté, il suffit de presser une détente pour le laisser aller : une partie de la course du quart de cercle est fournie sans qu'il fasse ouvrir le robinet, parce que, pendant une partie du temps de la détente du gaz, son écoulement est suffisamment uniforme; mais dès qu'il paraît diminuer sensiblement, un arrêt dont la distance est calculée d'avance, fait agir le quart de cercle, et le robinet s'ouvre de plus en plus, mais très lentement.

Lorsqu'il s'agit d'augmenter ou de diminuer la dépense du gaz, suivant que le même récipient alimente un plus ou moins grand nombre de becs, il suffit de changer le pignon, et d'y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en substituer un autre, dont le nombre de dents soit moindre ou plus considérable.

L'autre moyen imaginé par M. Jalabert, fait régler l'écoulement du gaz par la pression qu'exerce ce gaz lui-même. A la suite du robinet qui ferme le récipient, est un tuyau cylindrique dans lequel un piston alongé peut se mouvoir; il se termine par une tige enveloppée d'un ressort à boudin; on voit que le ressort pousse le piston en sens contraire du gaz qui le chasse d'autant plus que ce gaz est plus fortement comprimé et réciproquement; or, une rainure conique étant pratiquée sur le cylindre, on conçoit aisément que le passage qu'elle livre au gaz est d'autant plus large que la pression du gaz est moins grande; mais la quantité de gaz écoulé est moins forte dans la même proportion; il y a donc compensation entre la diminution de pression qui tend à faire écouler moins de gaz, et l'accroissement du passage qui, à pression égale, en laisserait écouler davantage.

Ces deux moyens atteignent le but que s'était proposé l'auteur; ils deviennent le complément indispensable de l'éclairage portatif, et sont l'objet d'un brevet d'invention. Il paraît qu'en Angleterre on a eu connaissance de cette amélioration importante, et qu'elle s'y est introduite.

Les réservoirs ou récipiens du gaz portatif doivent être essayés sous une pression double de celle qu'ils supportent dans leur service habituel : pour cela, on les emplit d'eau et l'on y refoule le même liquide à l'aide d'une pompe; celle-ci porte une soupape maintenue par un levier coudé A (fig. 4, Pl. 24) mobile sur un axe B; il se lève à la pression que l'on veut déterminer; il suffit d'augmenter ou de diminuer sa résistance, en éloignant ou rapprochant, suivant des divisions marquées, un poids C sur la branche longue du levier.

On conçoit que l'eau étant extrêmement peu compressible, quelques coups de piston suffisent pour remplir complétement la capacité, dilater les parties du récipient qui ne seraient pas bien arrondies, et faire lever la soupape sous la pression voulue. Cette méthode a, de plus, l'avantage de n'offrir aucun

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

danger lorsqu'un récipient ne résiste pas à la pression : dans ce cas, l'élasticité du cuivre fait seule jaillir un peu d'eau. Si l'on essayait les récipiens avec de l'air comprimé, une explosion assez forte pourrait causer quelques accidens lorsqu'ils céderaient à la pression.

Les récipiens ont un diamètre de 15 pouces et une longueur de 4 pieds; ils sont en cuivre, de 1 ligne $\frac{1}{4}$ ou 1 ligne $\frac{1}{2}$ au plus; ils supportent, dans l'essai, la pression de 60 atmosphères; leur forme est celle d'un cylindre terminé par deux calottes hémisphériques, ainsi que l'indique la fig. 5. Ils sont assemblés en quatre morceaux, deux demi-cylindres et deux hémisphères; les brasures à soudure forte, qui maintiennent ces jonctions croisées, doivent être faites avec le plus grand soin; les trois premières sont soutenues par une cloûure serrée : enfin, on étame à l'extérieur toutes ces jonctions, afin de boucher les plus petits interstices qui pourraient s'y trouver. Un régulateur pour la dépense du gaz y est adapté, ainsi qu'une soupape de sûreté. Dans un grand établissement pour le gaz portatif, il faut un moteur assez puissant, une machine à vapeur par exemple, pour faire jouer les pompes qui prennent le gaz du gazomètre et le conduisent dans le récipient, où elles le compriment. La fig. 6 indique cet appareil.

L'éclairage des réverbères des rues peut être obtenu à l'aide d'un réservoir de forme elliptique, en tôle de $\frac{5}{4}$ de ligne, fortement brasée, contenant au plus un pied cube, et dans lequel le gaz est comprimé sous une pression de 15 atmosphères; ce qui représente un éclairage de 15 heures, avec une lumière égale à un fort bec d'Argand bien entretenu. M. Jalabert dispose le réservoir A dans la lanterne elle-même; un tuyau B indiqué par la ligne ponctuée, laisse passer les produits de la combustion; le tuyau C muni d'un robinet à régulateur, conduit le gaz au bec D; et un réflecteur E superposé, jette la lumière dans deux sens opposés ou de quatre côtés, suivant que le *réverbère* éclaire une rue droite ou un carrefour de quatre rues. Dans le premier cas, un bec plat représentant un demi-bec d'Argand, suffit; il est surmonté de deux réflec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teurs; dans le deuxième cas, un bec circulaire représentant un bec d'Argand, est muni d'un réflecteur à quatre faces (fig. 7).

L'éclairage portatif exige, pour les dispositions des becs des conduites, etc., les mêmes précautions que les autres éclairages au gaz-light.

Nous avons dit que le gaz hydrogène plus ou moins chargé de carbone variait dans son pouvoir lumineux; on a essayé d'estimer approximativement la quantité en volume qu'il faliait de plusieurs de ces gaz pour produire la même lumière. En prenant pour point de comparaison la lumière produite par 10 bougies, on a obtenu les résultats suivans :

Lumière égale à celle de 10 *bougies.*

Obtenue de 2600 pouces cubes (anglais) d'hydrogène deuto-carboné;

——— 4875 de gaz résultant de la décomposition de l'huile;

——— 13120 gaz obtenu par la distillation de la houille;

——— 4875 gaz composé de { hydrogène pur.... 1220; / hydrog. deuto-carb. 3656.

(1)

On voit, par ce tableau, qu'il faut d'autant moins de gaz pour produire la même lumière, qu'il contient plus de carbone; et le dernier mélange, fait à dessein, prouve que le gaz hydrogène pur ajouté à l'hydrogène carboné, diminue le pou-

---

(1) On n'a pas cherché à apprécier le pouvoir lumineux du gaz hydrogène pur; il est extrêmement faible. M. Dalton a découvert un gaz hydrogène qui, décarboné dans le gaz de l'huile, en augmente beaucoup le pouvoir éclairable.

Le gaz hydrogène proto-carboné est formé de deux volumes d'hydrogène et d'un volume de carbone, condensés en un seul. Le gaz hydrogène deuto-carboné est formé de deux volumes d'hydrogène et de deux volumes de carbone, condensés en un seul. Le gaz hydrogène quadri-carboné contient, suivant M. Dalton, deux volumes d'hydrogène et quatre volumes de carbone, condensés en un seul.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voir lumineux du mélange, quoiqu'il augmente la quantité de chaleur totale développée pendant la combustion. Cela tient sans doute à ce que la température de cette combustion est moins élevée et le volume plus considérable.

Mesure de la lumière. Pour apprécier la valeur réelle des divers modes d'éclairage, il est nécessaire de connaître la quantité de lumière que chacun d'eux peut donner dans un temps déterminé et pour un prix connu. On obtient aisément cette détermination en comparant la distance entre deux corps lumineux et un objet qu'ils éclairent également, et se rappelant ce principe, que l'intensité de la lumière est en raison inverse du carré de la distance. Voici comment on procède : on éclaire isolément deux disques égaux d'un papier très blanc, sous une même incidence d'un rayon lumineux ; si les deux disques sont également éclairés, et que la distance de chacun à chaque lumière soit égale, ces deux lumières sont égales entre elles. Si l'un des disques est plus éclairé que l'autre, il faut rapprocher celui-ci ou éloigner celui-là, jusqu'à ce que tous deux soient également éclairés. Alors on mesure la distance de chaque corps lumineux au disque qu'il éclaire, et l'on conclut, de cette distance, la quantité de lumière émise d'après le principe ci-dessus énoncé. Si, par exemple, la distance, entre l'un des corps lumineux et le disque correspondant, est trois fois plus considérable que celle qui existe entre l'autre corps lumineux et le disque qu'il éclaire, la lumière émise par le premier sera 3 fois 3, ou 9 fois plus considérable que celle du second.

On parvient aisément à amener à une intensité égale la lumière émise par deux corps lumineux, en faisant éclairer un seul corps blanc et mat, une feuille de papier par exemple, et interposant entre les deux lumières et cette feuille un petit cylindre d'un corps opaque; il se produit alors deux ombres appartenant chacune à l'un des corps lumineux, et l'intensité de la lumière est égale dès que l'intensité des deux ombres est la même, puisque chacune d'elles indique les points éclairés isolément. On fait donc varier la distance de chaque lumière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au corps opaque, jusqu'à ce que les ombres projetées soient d'une intensité égale; il suffit ensuite de mesurer la distance de chaque lumière au corps opaque, pour en conclure, de la même manière que ci-dessus, la quantité de lumière émise. Il se présente souvent une difficulté dans l'estimation du pouvoir lumineux, c'est la couleur différente qu'on peut observer dans les diverses lumières; ainsi, la lumière des chandelles est rougeâtre, celle de l'hydrogène peu carboné a une teinte bleuâtre, le gaz oléifiant ou hydrogène deuto-carboné tire plus sur le blanc; il en est de même de celle des bougies. Les ombres de ces diverses lumières ont des nuances différentes, mais l'on s'habitue cependant à comparer leur intensité. On y parvient plus facilement en projetant les ombres sur une feuille de papier placée elle-même entre la lumière et l'œil.

Dès que l'on peut comparer deux lumières entre elles, on conçoit qu'il est facile d'en rapporter un nombre quelconque à une mesure commune prise pour unité. Il suffit, pour cela, d'obtenir plusieurs rapports en les comparant deux à deux, et de former des proportions avec l'unité de mesure adoptée.

On prend assez ordinairement la lumière fournie par une lampe d'Argand, pour commune mesure; elle équivaut à peu près à celle de quatre chandelles des 6 à la livre, mouchées.

Lorsque l'on compare entre eux, sous le rapport du pouvoir éclairant, des gaz-light obtenus de diverses substances ou par des procédés différens, il faut connaître la quantité de gaz en volume employé pendant l'expérience. On y parvient à l'aide d'un instrument assez exact inventé en Angleterre (1); il se compose d'un cylindre court A (fig. 8, Pl. 24), divisé en trois capacités par des diaphragmes cylindriques mobiles autour de son axe. Les deux premiers cylindres concentriques sont eux-mêmes divisés en trois capacités B, C, D, *b*, *c*, *d*, par des

(1) Les Anglais ont nommé cet instrument *gazometer*, qui signifie *gaz-mètre*. Ils nomment *gaz-holder* les grands réservoirs à gaz, appelés improprement ici *gazomètres*; car ils sont destinés à contenir et non à mesurer le *gaz-light*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lames soudées aux deux cercles concentriques, et qui laissent un passage près de chacun des points de réunion aux deux cercles; le gaz arrive au milieu de cet appareil par son axe qui est creux, et qui, en tournant, entraîne la révolution des deux cylindres concentriques. Cet instrument étant à moitié rempli d'eau, comme l'indique la fig. 8, le gaz ne peut s'y introduire qu'après avoir rempli successivement les trois capacités autour de l'axe à chaque révolution complète. Il se dégage par l'orifice E, qui surmonte l'appareil et se termine en un bec ordinaire. Le volume du gaz contenu dans chacune des trois capacités égales est connu : un mouvement d'horlogerie indique, par deux aiguilles extérieures, chaque tiers de révolution qu'elles expriment en litres et en pied cube. Il suffit donc de faire passer le gaz dans cet instrument, pour connaître la quantité qui s'en est écoulée pendant le temps d'une expérience. Observant la quantité de lumière émise par la combustion du gaz, on en conclut aisément le pouvoir lumineux du gaz-light que l'on veut essayer.

C'est en faisant passer, comme nous venons de l'indiquer, le gaz-light de deux grands établissemens à Londres, dont l'un décomposait l'huile et l'autre le charbon de terre, simultanément dans deux de ces *gazomètres* et pendant le même temps, que l'on a apprécié le pouvoir éclairant des deux gaz comparativement.

On a vu que 800 litres du gaz obtenu de l'huile ont produit une quantité de lumière égale à celle de 2480 litres de gaz extrait de la houille, et l'on en a conclu que le pouvoir lumineux de ce dernier gaz était à celui du premier comme 1 est à 3,1. Les densités de ce gaz étaient respectivement entre elles :: 1,175 : 0,508. Cette expérience a été faite en présence de M. Faraday et de plusieurs autres personnes. D'autres expériences semblables ont varié dans leurs résultats; cela dépend, comme on peut le voir d'après ce que nous avons dit, de la matière première employée, et de la manière de conduire le feu.

Nous avons fait observer, en parlant du gaz portatif, qu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

offrait l'avantage de constater aisément la quantité de gaz livré au consommateur : il suffit, pour cela, de connaître la capacité du récipient, qui se mesure en litres d'eau ou pieds cubes de 70 livres d'eau, et la pression.

Le gaz fourni par les tuyaux fixes a été, jusqu'à présent, vendu à raison de cinq centimes par heure, multiplié par le nombre des becs posés (1), ce qui présentait l'inconvénient de faire payer le consommateur lors même qu'il n'employait pas de gaz; aussi certains établissemens, dans lesquels la consommation de la lumière n'est pas régulière, comme dans les imprimeries, où elle dépend de l'ouvrage commandé, ne peuvent-ils pas s'abonner au gaz. On s'occupe en ce moment de poser dans ces endroits un gazomètre analogue à celui que nous avons décrit plus haut (*V.* page 438), qui indiquera la consommation faite. Un des plus simples, et qui paraît devoir bien remplir son objet, consiste en une vis d'Archimède, placée horizontalement, à demi-plongée dans l'eau; il est facile d'apprécier le volume de gaz qu'elle émet par chaque révolution autour de son axe, en le mesurant avec de l'eau; et toutes les révolutions sont indiquées par les graduations d'un cadran, sur lequel tourne une aiguille mue par un mouvement d'horlogerie. Cet appareil n'est pas encore en activité; nous le décrirons à l'article Gazomètre.

D'après ce que nous avons dit, on peut voir que l'expérience a fait connaître tout ce qu'il importait de savoir sur l'éclairage au gaz : aujourd'hui cette opération ne présente plus aucune difficulté, et ses résultats sont très faciles à prévoir. Quant à la question d'économie, elle dépend des circonstances locales;

(1) On suppose, terme moyen, 4 heures et demie d'éclairage, savoir : 3 heures en été et 6 heures en hiver, de lumière durant jusqu'à minuit. Si l'on compte ensuite 300 jours ouvrables, pendant lesquels on allume les becs, on voit que chaque bec coûte annuellement 67 fr. 50 c. Suivant les déclarations des abonnés, ils paient à raison d'un plus ou moins grand nombre de jours par année. Des inspecteurs vérifient, autant que possible, la durée de l'éclairage par soirée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle est jugée aujourd'hui en faveur du gaz-light sur les autres modes d'éclairage dans Paris. On conserve encore des doutes sur les quantités de lumière que l'on peut obtenir en fabrique de la décomposition de diverses matières telles que les résines, goudrons, diverses huiles. J'ai entrepris, pour fixer les idées à cet égard, une série d'expériences avec M. Bérard; nous en rendrons compte à l'article Lumière.

Nous terminerons cet article en comparant, sous divers points de vue, les différens systèmes d'éclairage entre eux.

Depuis plusieurs années, l'éclairage à l'huile a été perfectionné d'une manière extrêmement remarquable en France : les premières améliorations sont dues à Argand, qui imagina les quinquets, et appliqua le premier les huiles épurées à cet éclairage; depuis les lampes de Carcel et de Gagneau ont produit une lumière plus belle encore. Les becs *sinombres* donnent une lumière des plus vives. Le gaz-light offre cependant encore des avantages très marqués sur ces moyens, les plus économiques que l'on ait connus jusqu'à sa découverte. En effet, un bec de quinquet consomme par heure au moins 30 grammes d'huile épurée, qui valent à Paris, au cours très bas d'aujourd'hui, 3,5 centimes; en y ajoutant les frais de mèches, d'usé de la lampe, de main-d'œuvre pour nettoyer et garnir, etc., on voit que le prix de la lumière fournie par un quinquet pendant une heure, est au moins de 4 centimes : or, suivant les expériences faites récemment par M. Bérard, la lumière d'un bec de gaz, la flamme en étant élevée jusqu'au haut du verre, comme on la maintient habituellement dans les boutiques, est à celle d'un quinquet dans le rapport de 1,68 à 1; le quinquet brûlant alors 42 grammes d'huile par heure, et le bec de gaz en consommant 4 pieds cubes dans le même temps, et exigeant pour la combustion complète 120 pieds d'oxigène pour 100. D'après ces données, si la lumière d'un bec d'Argand usant 30 grammes d'huile par heure vaut 4 centimes, celle du gaz-light dans un bec ordinaire doit valoir environ 10 centimes, et les Compagnies d'éclairage de Paris le vendaient, jusque dans ces derniers temps, 5 centimes; elles viennent de le porter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à 6 centimes. Les consommateurs de gaz obtiennent donc réellement, pour 6 centimes, une quantité de lumière égale à celle qu'ils paieraient 10 centimes en s'éclairant avec de l'huile. Ils ont de plus l'avantage d'éviter les pertes et les vols d'huile, les embarras d'entretien et de nettoyage des lampes (1).

Dans ces derniers temps, on a imaginé des becs de lampes, dits *sinombres*, qui donnent une lumière plus vive que celle des quinquets ordinaires; le résultat de la disposition particulière que l'on y a ménagée, est d'activer le courant d'air intérieur, et de diminuer le courant extérieur; mais l'avantage d'une lumière plus vive est plus que compensé par la consommation plus grande d'huile: M. Bérard vient de le démontrer, par l'expérience suivante:

Il a allumé 3 becs à la fois: 1°. un bec de gaz du calibre ordinaire, alimenté par un des gazomètres de l'usine royale, la combustion complète du gaz exigeant 123 d'oxigène pour 100; 2°. une lampe à bec sinombre; 3°. un quinquet ordinaire emplis avec la même huile, la flamme étant haute dans les trois becs, mais sans produire de fumée apparente. La lumière estimée par les moyens que nous avons indiqués, voici les résultats que l'on a obtenus:

	LUMIÈRE FOURNIE		
	par le bec de gaz.	par le quinquet.	par le bec sinombre.
Après un quart d'heure.	1	0,76	0,67
Après une heure.	1	0,70	0,58
Après deux heures.	1	0,62	0,50

L'expérience a duré deux heures et demie; pendant cet espace de temps la lampe à bec sinombre a consommé 145 grammes

(1) Il y aurait à tenir compte de l'intérêt des dépenses faites pour la pose des tuyaux dans l'intérieur des maisons, dépenses qui sont à la charge des particuliers. Mais cette correction serait extrêmement légère; chacun peut, au reste, la calculer suivant l'importance de son éclairage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'huile, et le quinquet 105 grammes ; il en résulte clairement que l'augmentation de lumière obtenue avec la lampe à bec sinombre, est moindre que celle que l'on aurait eue dans un quinquet ordinaire avec l'excès d'huile employée. La lumière fournie par le gaz, comparée avec celle des chandelles, est bien plus économique encore. En effet, un bec vendu 6 centimes procure une lumière égale à celle de 15 chandelles mouchées, ou de 12 chandelles dont la mèche est écartée ; mais 7 minutes après, ces dernières ne donnent plus qu'un vingtième de la lumière du gaz : enfin, la mèche étant un peu longue sans fumerons, sa lumière ne vaut qu'un vingt-huitième de celle du bec. Si nous supposons pour terme moyen que le bec de gaz égale seulement 20 chandelles, celles-ci durant 6 heures, et leur prix étant de 2 fr. 55 c. le paquet de 5 livres, qui contient 30 chandelles, les 20 coûteront 1 fr. 70 c., tandis que le bec de gaz, pour la même quantité de lumière, ne coûtera, à 6 centimes par heure, que 30 centimes. Les chandelles dites *économiques* offrent un résultat bien plus désavantageux : elles coûtent le double, durent deux fois plus, mais éclairent moitié moins.

L'éclairage au moyen du gaz-light étant reconnu plus économique que celui des huiles épurées, et ce dernier étant, avant l'emploi du gaz, préféré à tous les autres sous le même rapport, il en résulte évidemment que le gaz-light procure en ce moment la lumière à meilleur marché que toutes les autres matières propres à l'éclairage. Tout ce que nous venons de dire dans la comparaison des modes d'éclairage pour le gaz du charbon de terre, peut s'appliquer au gaz tiré de l'huile et au gaz portatif, puisque ceux-ci doivent être vendus au même cours, que leurs becs sont les mêmes et donnent une quantité de lumière égale. On peut consulter, comme complément de cet article, les mots CHANDELLES, BOUGIES, HUILES *grasses et essentielles*, ÉPURATION, LAMPES, SUIF, RÉSINES, GAZ *hydrogène*, LUMIÈRE, etc. M. Chevreul, dans ses Mémoires sur les corps gras, a indiqué les moyens d'extraire les acides gras formés dans la saponification, et a fait connaître leurs propriétés : l'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'elles est de brûler en répandant une belle lumière. Par suite, MM. Gay-Lussac et Chevreul ont pris un brevet d'invention pour l'application des acides gras à l'éclairage. (*V.* SUBSTANCES GRASSES.)

ÉCLUSES. On donne ce nom à tous les ouvrages de maçonnerie, de charpenterie, de terrassement, qui ont pour objet de soutenir le niveau des eaux, à des hauteurs déterminées par les besoins ou la nature des localités, de manière à pouvoir les laisser couler à volonté, au moyen de portes pratiquées à cet effet, soit pour faire tourner des roues d'usines, soit pour arroser ou inonder un pays, soit pour le service des *écluses* de rivières ou de canaux de navigation. C'est de ces dernières que nous nous occuperons particulièrement dans cet article. Nous indiquerons sommairement les principes qui doivent guider dans la construction des autres espèces d'écluses.

L'invention des écluses à doubles portes, pour la navigation des rivières ou des canaux, ne date, suivant le père Frisi, auteur italien, que de l'année 1481. C'est sur la Brenta, près de Padoue, que les premières furent établies, par deux ingénieurs de Viterbe. Peu de temps après, Léonard de Vinci fit une application heureuse de cette belle et utile découverte, qui servit ensuite de modèle à tous les travaux du même genre. Il établit la communication des deux canaux de Milan par six écluses successives, rachetant une différence de niveau d'environ 16 à 18 mètres.

Les premières écluses construites en France, furent celles des canaux de Briare et d'Orléans, qui joignent la Loire à la Seine. Le premier en contient quarante-deux, et le second vingt. Mais un des plus beaux et des plus hardis systèmes d'écluse qui existent, est au canal du Languedoc, qui réunit la Méditerranée à l'Océan (*V.* CANAUX); les bateaux chargés peuvent passer d'une mer à l'autre, en onze jours, en franchissant des montagnes qui ont 200 mètres de hauteur au-dessus du niveau des deux mers.

C'est en Hollande que le système des écluses a été particulièrement perfectionné. Les peuples qui habitent ce pays, sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cesse menacé d'être envahi par les eaux qui l'entourent et le dominent, ont dû chercher et ont trouvé en effet, dans l'Architecture hydraulique, tous les moyens de se préserver des inondations, en suspendant et dirigeant convenablement le cours des eaux. Mais c'est surtout dans ces derniers temps que la pratique, guidée par la science, a fait faire de grands progrès à l'art d'exécuter toutes ces sortes de travaux publics; les immenses progrès qu'a faits la Mécanique usuelle, leur ont imprimé un caractère de grandeur et de stabilité, inconnu jusqu'à nos jours. M. Ch. Dupin, dans un de ses Voyages en Angleterre, rapporte qu'il a vu, au canal Calédonien, qui permet aux navires de cinq à six cents tonneaux et aux frégates, de passer de l'Océan atlantique dans l'Océan germanique, sans faire le tour dangereux du nord de l'Écosse et des îles Orcades, des écluses dont les portes busquées sont en fer coulé, et qui ne pèsent pas moins de 26 tonneaux, c'est-à-dire 26 mille kilogrammes, que deux hommes, à l'aide d'un mécanisme ingénieux, manœuvrent avec la plus grande facilité.

De pareilles constructions n'étonnent pas en Angleterre, surtout en Écosse, où le bois est rare et le fer commun; elles ne conviendraient pas chez nous, où le contraire existe.

Avant de parler de la construction des écluses, je vais donner une idée générale des différentes parties qui les composent, et des manœuvres à faire pour effectuer, par leur moyen, le passage des bateaux dans l'un et l'autre sens.

Dans une écluse, on remarque quatre parties principales :

1°. Les fondations des murs, qui exigent une exécution soignée et des plus solides;

2°. Les murs latéraux et parallèles, auxquels on donne le nom de *bajoyers*;

3°. Le radier ou le plancher de l'écluse;

4°. Les deux portes busquées et leurs accessoires. On nomme *tête d'écluse* la porte d'en haut, et *porte de mouille* celle d'en bas. La différence de niveau forme la *chute de l'écluse*.

On sait qu'une des premières conditions à remplir dans l'établissement d'un canal de navigation, est que l'eau y soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour ainsi dire dormante, de manière que la marche des bateaux soit aussi facile dans un sens que dans l'autre. Il faudrait donc, pour que cette condition fût remplie, que les deux points de départ et d'arrivée, ainsi que tout le pays qu'un canal traverse, fussent de niveau ; ce qui n'a lieu que dans de très courts trajets et dans des pays de plaines. Il est donc assez rare qu'on n'ait pas quelque pente à racheter ; lorsqu'elle n'est que de quelques pieds, on soutient les eaux avec un radier ou barrage de madriers, qu'on retire au moment du passage des bateaux : mais s'il s'agit de franchir des montagnes, des vallées, alors on est obligé d'établir des écluses, ce qui ne peut néanmoins avoir lieu que dans le cas où l'on peut disposer d'une quantité d'eau suffisante, au point culminant ou de partage, pour les alimenter.

A cet effet, la différence de niveau d'un point à un autre étant donnée, on divise le canal, dans le sens de sa longueur, en plusieurs parties, qu'on désigne par le nom générique de *biefs*. On fait en sorte que la chute de chaque écluse soit dans les limites de 2 à 3 mètres et égale. Les biefs sont liés entre eux par des bassins ou *sas*, qu'on appelle en général *Neptune*. C'est par le moyen de celles-ci qu'un bateau passe successivement d'un bief à l'autre, soit pour monter, soit pour descendre. Plusieurs écluses établies à la suite les unes des autres et contiguës, peuvent être assimilées à des échelons ou gradins, auxquels on a donné le nom poétique d'escalier de *Neptune*. Pour descendre une marche de cet escalier liquide, c'est-à-dire pour passer du bief supérieur au bief immédiatement inférieur, on remplit d'eau l'écluse intermédiaire jusqu'au niveau du bief supérieur, alors on n'a aucune difficulté d'introduire le bateau dans cette écluse. Fermant la porte supérieure qu'on avait d'abord ouverte, et abaissant ensuite l'eau qu'on vient d'y introduire jusqu'au niveau du bief inférieur, en ouvrant le guichet de la porte de mouille, le bateau s'y trouve descendu en même temps.

L'opération inverse sert à élever le bateau du bief inférieur au supérieur, c'est-à-dire qu'il faut alors que l'eau contenue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans l'écluse soit descendue au niveau du bief inférieur. Le bateau y étant introduit, on ferme la porte inférieure et l'on ouvre le guichet de la porte supérieure; l'eau vient la remplir et élève le bateau au niveau du bief supérieur, où il passe facilement.

On voit qu'il en serait de même pour un plus grand nombre d'écluses placées à la suite les unes des autres, et que la manœuvre pour passer de l'une à l'autre se ferait de la même manière. A cet égard, nous ferons remarquer que quand les plis du terrain s'y prêtent, il y a un grand avantage à mettre le plus d'écluses possible à la suite les unes des autres. Comme il faut que chacune ait deux portes, on en économise nécessairement une, quand les écluses forment un système contigu, puisque chaque porte intermédiaire est à la fois porte supérieure et inférieure. A cet avantage, s'en ajoute encore un autre; c'est que le service des écluses ainsi groupées se fait par le même homme, tandis qu'il en faudrait plusieurs si elles étaient isolées.

Quoi qu'il en soit, on n'en est pas moins dans la nécessité d'employer pour chaque bateau qui passe, un volume d'eau égal à la capacité du sas de l'écluse, laquelle quantité d'eau se trouve perdue pour la navigation de la partie supérieure du canal, où il faut de toute nécessité la remplacer par de la nouvelle eau que doit fournir une rivière ou un réservoir alimenté par des sources ou des eaux pluviales, qu'on a soin de recueillir au point de partage du canal. C'est dans la recherche de ces eaux et dans les travaux à faire pour les conduire et les rassembler, que se rencontrent souvent les plus grandes difficultés de construction des canaux.

Si l'on considère un bateau traversant les biefs successifs d'un canal, comme un corps pesant qui s'élève ou s'abaisse à chaque rencontre d'écluse, on voit qu'abstraction faite de la perte de force nécessaire pour mettre en jeu un mécanisme quelconque, ce bateau devrait, par son abaissement d'une certaine hauteur, élever à cette même hauteur un poids égal au sien, et que réciproquement l'élévation du bateau d'un bief inférieur au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supérieur, ne devrait occasionner que la descente d'un poids d'eau égal à celui du bateau, du premier bief dans le second; les choses se passent bien autrement. L'élévation et l'abaissement des masses d'eau ayant le même poids que le bateau y opèrent, à la vérité, par le simple jeu du déplacement du fluide; mais il résulte, de la nécessité et de la manière de remplir les sas, que les bateaux descendans dépensent autant d'eau que les bateaux montans; et comme l'excès du poids de l'eau des écluses sur celui des bateaux est énorme, la masse d'eau dû à la descente ne donne qu'une compensation très faible.

Plusieurs ingénieurs d'un grand mérite, tels que Betancourt, Solage et Bossu en France, et Donkin en Angleterre, ont cherché à réduire la montée et la descente d'un bateau dans une écluse, à cette équipondération pure et simple des masses qui donne le minimum de dépense de fluide, sans pour ainsi dire avoir recours aux eaux des biefs supérieurs. On a donné à ce système, ingénieux sans doute, mais impraticable en grand, le nom de *sas mobile*. Voici en quoi il consiste.

A côté de l'écluse, derrière un des bajoyers, on pratique un puits prismatique qui communique avec l'écluse; il contient, conjointement avec l'écluse, un volume d'eau déterminé qu'il s'agit de faire élever et abaisser, de manière qu'elle se trouve successivement au niveau du bief supérieur et inférieur.

Cette condition dans le projet de Betancourt, est remplie par l'immersion d'un plongeur qui monte et descend dans le puits prismatique; mais l'emploi de ce plongeur pour être praticable, exigeait une combinaison de moyens tirés de l'Hydrostatique et de la Mécanique, qui font tout le mérite de cette invention. Dans le cas particulier dont il s'agit, la courbe décrite par le centre de gravité des eaux-pleines est un cercle. *V.* le T. VII du Bulletin de la Société d'encouragement, ou dans l'Encyclopédie de l'Ingénieur, par Delaunay, où le Rapport de M. de Prony sur cet objet a été inséré.

Quant au moyen de Solage et Bossu, pour produire le même effet, l'explication en est trop longue pour qu'on la donne ici.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut en voir la description, ainsi que du moyen proposé par Fulton, dans le 7e vol. du Bulletin de la Société d'encouragement, page 163. Une écluse de ce genre fut construite pour essai, au Creusot. Il en existe un modèle assez en grand au Conservatoire, pour en faire comprendre le jeu. (*V.* PLANS INCLINÉS.)

Après cette digression sur des moyens qui ne sont que rarement applicables, nous allons revenir aux écluses à sas ordinaires. Nous avons vu qu'elles se composent de quatre parties principales; savoir, les fondations, les bajoyers, le radier et les portes busquées.

L'emplacement de l'écluse étant déterminé, ainsi que sa chute, sa longueur et sa largeur, les fondations, soit sur terrain solide, soit sur pilotis, sont élevées au niveau du radier, où étant bien arasées on trace les bajoyers, observant de leur donner une épaisseur proportionnée à la hauteur de l'eau dont ils ont à soutenir la poussée, et de les fortifier encore par des contre-forts.

On ménage quelquefois, dans l'épaisseur des bajoyers, un petit aqueduc que l'on nomme *pertuis*, ayant une vanne à coulisse dans le milieu, pour faire passer l'eau d'un côté de l'écluse à l'autre, sans être obligé d'ouvrir les portes.

En traçant les faces intérieures des bajoyers, il faut y ménager des enfoncemens, qu'on nomme *enclaves*, pour loger toute l'épaisseur des portes quand elles sont ouvertes, afin qu'elles ne fassent pas obstacle au passage des bateaux. On pratique aussi dans les mêmes faces, en dehors des portes, deux coulisses verticales de 7 à 8 pouces carrés, distantes l'une de l'autre de 3 à 4 pieds, pour loger les extrémités d'un certain nombre de poutrelles mises les unes sur les autres, pour former un coffre qu'on remplit de terre glaise, afin d'avoir un batardeau qui permet de mettre à sec toute l'écluse, quand quelques-unes de ses parties ont besoin de réparation. Pour faciliter l'entrée de l'eau dans l'écluse, les bajoyers du côté d'amont prennent une direction oblique qui forme évasement. Cela empêche en même temps l'eau de passer derrière, ce qui causerait bientôt la ruine de tout l'ouvrage. C'est pour cette raison qu'on lie le prolongement des bajoyers avec les murs de quais, où les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faces latérales du canal. Toute cette maçonnerie est faite en ciment et chaux hydraulique.

Le radier ou plancher de l'écluse doit être travaillé avec beaucoup de soin, de même que le *busc*, contre lequel s'appuient les portes; celui-ci est fait en pierre de taille ou de deux poutrelles faisant saillie au-dessus du radier, de 6 à 8 pouces. Le radier est ou pavé, ou fait en châssis de bois de charpente, dont les cellules ou compartimens sont remplis de cailloutage. On l'appelle *faux radier*, et il sert à garantir le plancher de maçonnerie sur lequel il repose.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, les écluses sont fermées par des portes plates ou bombées, qui s'arc-boutent réciproquement sous un angle d'environ 135 degrés, et qui s'appuient en même temps contre le busc. Elles font ainsi une saillie en forme de busc, qui leur a fait donner le nom de *portes buquées*, dont la fermeture est d'autant plus exacte, qu'il y a davantage d'eau devant elles. Elles forment, conjointement avec les bajoyers, une figure hexagonale qu'on appelle *chambre d'écluse* ou *sas*. La construction de ces portes exige le plus grand soin. Nous avons vu que les Anglais, chez qui la fonte et le fer sont à bon marché, en ont fait de cette matière; les imiter en France, entraînerait à de trop grandes dépenses. Nous faisons les encadremens en bois de charpente, qu'on recouvre avec de très forts madriers. Les montans qui servent de pivots ont leur extrados arrondis, afin de joindre exactement dans la feuillure de l'enclave, dans toutes les positions, surtout étant fermées. Les poteaux, qui s'arc-boutent mutuellement, sont taillés sous le même angle, et ne doivent laisser aucun jour entre eux du haut en bas. Ainsi, une fois posées, elles ne doivent éprouver aucune variation dans leur forme.

L'ouverture des portes, qui n'a toutefois lieu que quand le fluide est en équilibre, se fait à l'aide d'un quart de cercle denté que porte le haut des *montans pivots*, et de roues, de pignons et d'une manivelle, le tout proportionné à la résistance, pour qu'un homme seul puisse faire ce travail, soit pour fermer, soit pour ouvrir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsqu'on ne pratique pas de pertuis dans les bajoyers d'une écluse, on ménage, au bas des ventaux, un guichet pour laisser passer d'un côté à l'autre la quantité nécessaire d'eau pour remplir ou vider l'écluse. Ces guichets se ferment avec de petites vannes qu'on lève ou qu'on baisse, au moyen de crics à crémaillère, que portent les entretoises supérieures des portes. C'est à cette dernière construction, qui paraît en effet la plus simple, qu'on s'en tient aujourd'hui.

On a imaginé, pour produire le même effet, beaucoup d'autres moyens, tels que les siphons en maçonnerie, de M. Gauthey; les *larrons* ou *aqueducs*, à travers lesquels on fait jaillir l'eau de bas en haut par dessous le mur de chute, comme cela est pratiqué au canal du centre, ou sous les bajoyers, comme au canal de Saint-Quentin; tels seraient encore les siphons en fonte de fer, que propose un ingénieur des Ponts-et-Chaussées, M. Gt, dans un Mémoire publié tout récemment chez M. Firmin Didot, lesquels siphons auraient leurs branches horizontales sur le couronnement des bajoyers, et leurs branches verticales encastrées dans les joues des bajoyers, de manière à ne pas faire saillie; ce qui produirait à peu près le même effet qu'au canal de Saint-Quentin. La circulation dans ces siphons serait établie par une pompe aspirante, faisant le vide dans la branche ascendante.

Pour faciliter la traversée d'un côté de l'écluse à l'autre, on fait un pont tournant qui, en se repliant, laisse un libre passage aux bâtimens. Ce pont, quand l'écluse est large, est composé de deux parties qui reposent et tournent sur le sommet de chaque bajoyer.

Indépendamment de ce pont, on en fait un autre petit au-dessus de chaque porte, pour l'usage de l'éclusier: on le forme en donnant aux entre-toises supérieures des portes quelques pouces de plus en largeur, pour qu'un homme puisse y passer, en se tenant à un garde-fou fixé aux sommets des montans des portes, qui, à cet effet, dépassent au-dessus des colliers d'environ 4 pieds.

Pour se déterminer sur l'épaisseur à donner à la maçon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nerie des bajoyers, il faut non-seulement avoir égard à la poussée de l'eau, mais encore à la qualité des matériaux qu'on emploie. Bélidor dit qu'on doit donner aux bajoyers une épaisseur égale à la hauteur des plus grandes eaux qui doivent passer sur le radier; il donne également des règles pour l'espacement et la force des contre-forts; mais elles sont susceptibles de varier, suivant les localités et les calculs de l'ingénieur. On sait qu'une des propriétés des corps fluides, est de pousser en tous sens les parois verticales ou inclinées des vases qui les contiennent; et que cette poussée à chaque point de ces parois, considéré comme infiniment petit, peut toujours être exprimée par la verticale qui mesure la distance de ce point au dessous du niveau du liquide, sans avoir égard à l'étendue de sa base, parce que son volume ou dimension horizontale n'influe en rien sur cette poussée.

Ainsi, peu importe que l'écluse soit plus ou moins large, que les bajoyers soient plus ou moins rapprochés; la pousse de l'eau contre eux ne changera point, elle ne dépendra uniquement que de la hauteur de l'eau; et comme cette hauteur d'eau varie, il s'ensuit qu'un mur destiné à résister à sa poussée, doit s'amincir à mesure qu'on s'élève, mais pas dans un rapport exact, parce qu'alors il n'aurait plus aucune épaisseur, et finirait par conséquent à la ligne de niveau.

La face intérieure des bajoyers étant et devant être verticale, la retraite se prend sur le revers. On ne compte pour rien, ou du moins pour très peu de chose, la poussée des terres qui agissent dans un sens opposé à celle de l'eau, parce que le moindre filet d'eau qui s'insinue entre la terre et le mur, peut suffire pour les séparer tout-à-fait, malgré les controis de glaise qu'on ne manque pas d'y mettre.

On ménage la dépense de l'eau en calibrant le sas d'une écluse sur la dimension des bateaux, de manière que ceux-ci les remplissent pour ainsi dire. On fait quelquefois des écluses doubles, qui reçoivent deux bateaux à la fois.

La construction des écluses de navigation est une chose si importante, qu'il n'est pas possible, dans un ouvrage de a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nature de celui-ci, d'entrer dans toutes les considérations que cela comporte. Nous nous sommes bornés à indiquer les principes généraux qui servent de guide aux ingénieurs. Les personnes qui voudront étudier à fond cette matière, doivent consulter les ouvrages de MM. Gauthey, de Prony, de Girard, etc.

Écluses d'usines. Ce sont des barrages qu'on établit pour retenir les eaux d'une rivière, d'un étang, à une certaine hauteur, pour les faire couler ensuite à volonté sur des roues qu'elles mettent en mouvement. Ces barrages se font de plusieurs manières, suivant la localité et les matériaux qu'on possède; mais, en tous cas, elles doivent effectuer une fermeture exacte, et s'ouvrir facilement pour donner passage aux eaux quand on en a besoin. Les écluses sont différentes, suivant qu'on fait tourner les roues de moulin par percussion ou par simple pression. Dans le premier cas, l'eau doit arriver sur la roue avec toute la vitesse qu'elle peut acquérir par la hauteur de sa chute. En conséquence, c'est en levant une vanne qui ferme l'entrée du coursier qu'on la fait échapper du réservoir, vers sa partie inférieure. Dans le cas où l'on fait agir l'eau par pression, ce qui est la meilleure combinaison, la vanne au moyen de laquelle on lâche l'eau, est établie aussi près que possible de la roue; mais au lieu de la lever pour que l'eau s'échappe par dessous, on l'enfonce dans une rainure pratiquée à cet effet, et l'eau arrive par-dessus, à la roue, dans les augets ou contre les aubes fort tranquillement, comme si on l'y versait avec un seau. Nous expliquerons plus en détail cette construction au mot Roue hydraulique. Cette dernière disposition ne peut avoir lieu que quand on a un niveau constant, ou à peu près; car autrement, si le niveau de l'eau varie dans le bief supérieur, il faudrait que la vanne de l'écluse s'enfonçât dans la même proportion. Ordinairement, c'est au moyen d'un flotteur qu'on règle ce mouvement. (*V.* Vanne et Flotteur.) E. M.

ÉCOBUER (*Agriculture*). C'est enlever de la surface d'un terrain couvert d'herbes, des parties de plusieurs pouces d'é-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

paisseur, laisser ces pièces sécher au soleil, les disposer en une sorte de four qu'on remplit d'herbes sèches et de paille où l'on met le feu; ce feu couvert brûle toutes les racines, détruit les plantes parasites et les insectes dont le sol était infesté; et lorsqu'on répand ensuite sur le champ les produits de cette lente incinération, il est préparé à recevoir un nouveau genre de culture. L'instrument dont on se sert pour enlever ces espèces de mottes carrées, s'appelle *écobue;* c'est une espèce de pioche en forme de houe, de 16 pouces de long sur 7 à 8 de large. Le grand art consiste à enlever seulement la portion de terre pénétrée par les racines. On écobue les friches chargées de bruyères ou de mauvaises herbes, les prairies que des plantes nuisibles dévorent, les marais desséchés, les luzernes qu'on veut détruire, etc.

Les agriculteurs sont partagés sur l'utilité de l'écobuage, du moins dans certains cas; car il paraît qu'on en retire des profits incontestables lorsque le terrain est gras et marécageux, tandis qu'au contraire les sols maigres en sont appauvris. Comme ce procédé est assez dispendieux, on pense qu'on lui doit préférer, dans presque tous les cas, une *récolte enterrée*, c'est-à-dire qu'on laboure le sol, qu'on y sème un sarrazin ou un trèfle; on ne laisse pas mûrir cette récolte; on laboure et l'on enterre le produit. Par cette pratique, moins coûteuse que l'écobuage, on engraisse le sol et l'on y détruit tous les végétaux nuisibles. Cependant les sols tourbeux, les terres argileuses, celles dont des plantes ligneuses se sont emparées, ne peuvent guère être rendues fécondes que par l'écobuage. Pour diminuer les frais, on se sert quelquefois, pour cette opération, d'une forte charrue à versoir; mais cette manière économique est loin d'être aussi avantageuse que la première. (*V.* le Dictionnaire d'Agriculture.) FR.

ÉCOINÇON (*Architecture*). On nomme ainsi la pierre qui fait l'encoignure d'une baie de porte ou de croisée. On a soin de ménager aux *pieds-droits* quelques pierres assez larges pour former à la fois les deux surfaces du mur, *pour faire* PARPIN, comme le disent les maçons; l'écoinçon y est joint pour lui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donner plus de solidité; cependant on se contente souvent de les lier au *lancis*. FR.

ÉCOLES D'ARTS ET MÉTIERS. Établissemens d'instruction publique, entretenus aux frais du Gouvernement, où l'on enseigne la théorie et la pratique des Arts industriels. Leur but spécial est de former des ouvriers instruits et habiles, et des chefs d'ateliers capables de conduire toutes sortes de fabrications. Les études théoriques comprennent *la Grammaire française*, *les Mathématiques*, *les divers genres de dessins*, *les principes généraux de Physique* et *de Chimie appliqués aux Arts*. Il y a, pour l'instruction pratique, des ateliers où l'on travaille le bois et les métaux. Chaque élève, suivant les dispositions particulières qu'il manifeste, y apprend le *charronnage*, la *menuiserie*, l'*ébénisterie*, le *tour*, la *fonderie* (fer et cuivre), la *forge*, l'*ajustage* et le *montage des machines*, l'*horlogerie*, la *ciselure* et la *dorure des métaux*, la *fabrication des instrumens d'Optique* et d'*Astronomie*.

Ces institutions, que notre état social réclamait depuis longtemps, et que des hommes supérieurs avaient conseillées (*V.* CONSERVATOIRE), ne datent que de 1802. Ce fut sous le ministère de M. le comte Chaptal que les Écoles d'Arts et Métiers furent créées. On élevait alors aux frais de l'État dans quatre prytanées placés à Fontainebleau, à Saint-Cyr, à Saint-Germain et à Compiègne, un grand nombre de jeunes gens, que, pendant la guerre qui venait de se terminer par la paix d'Amiens, on faisait entrer dans les cadres de l'armée comme officiers ou sous-officiers. Les besoins pour ce service venant à diminuer, il fallut songer à donner d'autres états aux enfans des militaires ou des citoyens qui avaient péri ou qui s'étaient dévoués au service de l'État. Le premier Consul transforma le prytanée de Compiègne, composé alors de six à sept cents élèves, en une École d'Arts et Métiers.

Ancien élève de l'École Polytechnique et alors officier dans l'arme de l'artillerie, par une faveur toute particulière, sans doute trop peu méritée, je dus à l'extrême bienveillance de M. le comte Chaptal, d'être placé à la tête de la direction des travaux de cette nouvelle institution. Il serait superflu de dire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que je m'y dévouai tout entier et que j'eus la satisfaction de voir mes efforts couronnés de succès, et répondre à l'attente du ministre.

Ce ne fut pas toutefois sans peine que cette belle et nombreuse jeunesse vit sa carrière ainsi changée. Elevée au bruit des armes et bercée d'un avenir rempli de triomphe, elle n'aspirait qu'à marcher sur les traces des auteurs de ses jours. Elle se plia difficilement à l'idée qu'il fallait embrasser un état qu'elle regardait comme moins brillant et moins honorable que l'état militaire. Il ne fallut rien moins que la courageuse prudence et les discours pleins de raison de MM. Conté et Louis Costaz, commissaires chargés de présider à cette nouvelle organisation, pour maintenir la paix dans l'établissement. Elle n'y fut assurée que quand on eut renvoyé à leurs parens, ou qu'on eut fait passer dans d'autres écoles conservées sur le pied militaire, tous les élèves qui continuaient à se montrer indociles.

Je ne dois pas omettre ici que le noyau du prytanée de Compiègne fut formé des élèves provenant de l'institut que M. le duc de La Rochefoucauld avait établi dans son château de Liancourt, avant son émigration; d'où l'on peut conclure qu'on lui doit les premiers fondemens des Écoles d'Arts et Métiers, dont il fut plus tard un zélé protecteur sous le nom d'*inspecteur général*.

Après quatre ans de séjour dans le château de Compiègne, l'école fut transférée en 1806 à Châlons sur-Marne, dans les bâtimens que l'école d'artillerie, transférée elle-même à Metz un an auparavant, avait occupés. On y ajouta deux autres maisons très considérables, Toussaint et la Doctrine, qui l'avoisinaient, ainsi que des maisons particulières dont on fit l'acquisition. Tout cela forma un emplacement vaste et parfaitement convenable pour ce genre d'établissement. M. de Champagny, duc de Cadore, alors ministre de l'intérieur, me chargea d'en faire la distribution. Les ateliers occupent les bâtimens de la Doctrine, à travers lesquels on fit passer un bras de la Marne pour faire tourner des roues hydrauliques; les élèves furent logés dans la maison qu'avait occupée l'école d'artillerie; et les employés, dans les maisons de Toussaint et dans celles qu'on avait achetées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je me suis arrêté un peu sur ces détails (j'espère qu'on me les pardonnera), pour faire voir que ce n'est pas sans peine et sans de grandes dépenses que la première *École d'Arts et Métiers* fut établie à Châlons et qu'il serait bien difficile de trouver autre part un ensemble de bâtimens contigus les uns aux autres, qui convînt aussi bien. Partout ailleurs, à Amiens, à Évreux, à Chantilly, à Soissons, où l'on avait offert des emplacemens, il eût fallu construire au moins la moitié des bâtimens. Une ordonnance du Roi du 26 juin 1824, avait prescrit sa translation à Toulouse; tous les amis des Arts en avaient été affligés. Ici, comme dans bien d'autres choses, la force de l'opinion a prévalu. Une nouvelle ordonnance du 6 juillet maintient l'école à Châlons.

L'école, à l'époque de son installation à Châlons, était composée de plus de cinq cents élèves. Elle était administrée par M. Labâte, qui portait le titre de proviseur. La direction des travaux des ateliers et de l'instruction théorique m'était confiée. La comptabilité, calquée sur celle de l'École Polytechnique, qu'on regarde comme une des plus parfaites, était tenue par M. Cauvin. M. le duc de La Rochefaucould-Liancourt, pendant que l'école était encore à Compiègne, avait bien voulu accepter la fonction gratuite d'inspecteur-général, qu'il a conservée jusqu'en 1823. Il fut par l'autorité de son nom, par son caractère ferme et généreux, son esprit d'ordre et de justice, une des principales causes de la prospérité de l'école. Notre industrie ne tarda pas à en recueillir le fruit. Une foule de jeunes gens instruits se répandit chaque année dans les ateliers et les manufactures. Plusieurs d'entre eux, parmi lesquels on peut citer, MM. Cordier et Cazalis, à Saint-Quentin, Saunier, Lacombe, Motel, à Paris, etc., ont formé des établissemens dont la prospérité a été en croissant.

Le succès de cette première école en fit créer d'autres. Napoléon décréta qu'il en serait établie une à Trèves, département de la Sarre, et une autre à Beaupreau, département de Maine-et-Loire. Je fus envoyé successivement dans ces deux villes pour y préparer leur installation. En 1811 celle de Beaupreau fut organisée sous ma direction; et plus tard, en 1815, pendant le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trimestre qu'on appelle les *cent jours*, je la transportai à Angers, où elle est aujourd'hui sous la direction de M. Billet. Les évènemens de 1814, ont empêché de donner suite à celle qui devait être organisée à Trèves.

Par son ordonnance du 26 février 1817, le Roi a confirmé l'existence des Ecoles d'Arts et Métiers de Châlons-sur-Marne et d'Angers. Il a voulu aussi que tous les départemens pussent profiter de l'instruction qu'elles répandent. Le nombre des élèves, entretenus en tout ou en partie aux frais de l'Etat, dans les deux écoles, est fixé à cinq cents; savoir, cent à demi-pension, cent à trois quarts de pension gratuite, et trois cents à pension entièrement gratuite. Chaque département du royaume a droit à une place dans chacune de ces trois classes, indépendamment de huit places attribuées à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale. Les présentations à ces diverses places sont adressées à Son Excellence le Ministre de l'Intérieur, qui les soumet au Roi, et qui lui propose directement toutes les nominations restant à faire pour porter les écoles au complet.

Le nombre des élèves pensionnaires, entièrement à la charge de leurs parens, n'est pas limité. Les directeurs des écoles sont autorisés à les admettre s'ils trouvent dans les candidats les capacités requises, sauf à en informer le ministre.

Les conditions d'admission des candidats de toutes les places d'élèves, sont 1°. d'être âgé de treize ans au moins et de seize ans au plus; 2°. d'avoir été élevé dans des principes religieux, être connu par une bonne conduite, et appartenir à des familles honnêtes et bien famées; 3°. d'être d'une bonne constitution, et avoir eu la petite vérole, ou avoir été vacciné; 4°. savoir lire, écrire et ortographier passablement, posséder les quatre premières règles de l'arithmétique sur les nombres entiers seulement; 5°. les parens ou tuteurs des candidats aux places des trois classes, sont tenus de prendre l'engagement de payer, pour le sujet qu'ils présentent, au moment même de son entrée à l'école, une somme de 200 fr., représentative de la valeur du trousseau qui lui sera fourni; 6°. ils doivent également s'engager à ne pas retirer leurs enfans ou pupilles avant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'époque où leurs études et leur apprentissage auront été terminés, c'est-à-dire avant six ans de séjour à l'école.

Les formalités prescrites par les nos. 5 et 6 qui précèdent, ne sont pas exigées des parens ou tuteurs des jeunes gens admis comme pensionnaires. Elles sont remplacées, pour eux, par le paiement immédiat, 1°. de 240 fr., montant du prix du trousseau; 2°. du premier quartier de la pension, lequel, à raison de 500 fr. par an, est de 125 fr.; 3°. enfin par une soumission qu'ils remettent au directeur de l'école, et qui contient la promesse de continuer le paiement de la pension par quartier, et toujours d'avance.

7°. Les parens ou tuteurs des candidats aux places d'Elèves à demi-pension et à trois quarts de pension gratuite, ajoutent à l'engagement mentionné au n°. 5 du présent paragraphe, relatif au paiement du trousseau, l'obligation de payer de trois mois en trois mois et d'avance, 62 fr. 50 centimes, ou 31 fr. 25 centimes, suivant que la pension doit être à leur charge pour moitié ou pour quart. Les directeurs peuvent exiger des cautions, s'ils le jugent nécessaire, pour garantir l'exécution du paiement. Il est d'autant plus indispensable de les remplir exactement, que tout élève en retard de payer, aux époques prescrites, soit le prix du trousseau, soit celui de la pension ou de la quote-part de pension restée à sa charge, est renvoyé à ses parens.

Suivant ce qui est prescrit dans le paragraphe précédent, les pièces à fournir pour tous les candidats sont, 1°. l'acte de naissance; 2°. un certificat des autorités du lieu de leur domicile, attestant leurs principes religieux, leur bonne conduite, et celle de leurs parens; 3°. un certificat d'un officier de santé, constatant qu'ils ont été vaccinés, ou qu'ils ont eu la petite vérole, et que leur constitution est saine et robuste. Ils doivent prouver également, par des certificats, qu'ils savent lire, écrire, calculer, orthographier, etc.

Outre ces pièces, qui doivent être légalisées, les parens ou tuteurs des candidats aux places d'élèves à demi ou aux trois quarts de pension gratuite, ou entièrement gratuite, auront

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à fournir la preuve qu'ils ont rendu ou rendent des services à l'Etat, soit dans le civil, soit dans le militaire, où qu'ils ont d'autres droits à la bienveillance de Sa Majesté. Ils ajouteront une déclaration de fortune mentionnant tous leurs moyens d'existence, le nombre de leurs enfans, l'impossibilité où ils sont de payer la demi-pension ou même le quart. Toutes ces pièces doivent être légalisées.

Le mode de présentation des candidats au ministre par les départemens et par la Société d'Encouragement, a lieu de la manière suivante : MM. les préfets, informés par le ministre de la vacance d'une ou de plusieurs places réservées aux départemens dont l'administration leur est confiée, en donnent avis à leurs administrés par la voie qui leur paraît la plus convenable. Ils font connaître par là le nombre des places vacantes, si elles sont à titre gratuit ou à charge de payer, les connaissances qu'on exige des candidats, les pièces qu'ils ont à fournir, le jour où le jury, nommé par le préfet, composé de cinq ou sept personnes intéressées au progrès des Arts, s'assemblera au chef-lieu du département pour examiner et arrêter la liste des candidats. Le choix étant fait, une liste simple, ou ne contenant qu'un seul nom, est arrêtée pour chaque place vacante. Après qu'elle a été signée par les membres du jury, le préfet l'adresse au ministre avec toutes les pièces qui doivent l'appuyer. C'est sur ces listes que le ministre prend les sujets que le Roi nomme pour les départemens qui les ont présentés.

Les présentations de la Société d'Encouragement se font d'une manière analogue à celles indiquées pour les départemens.

Dans le cas où, depuis l'avis donné au préfet, il se passerait plus de six mois sans que la présentation fût faite, le ministre y supplée en proposant directement à Sa Majesté de remplir la place vacante.

A égalité de droits et de mérite entre les candidats qui font des demandes directes au ministre, ceux qui offrent de payer une demi-pension obtiennent la préférence sur ceux qui ne font offre que du quart ; et ceux-ci, à leur tour, sont préférés à ceux qui désirent des places entièrement gratuites.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les élèves indistinctement envoyés aux écoles y sont examinés au moment de leur arrivée : s'il est reconnu qu'ils possèdent l'instruction préliminaire indiquée et prescrite au deuxième paragraphe ci-dessus, leur admission n'éprouve ni difficulté ni retard. Dans le cas contraire, le directeur en rend compte au ministre, qui prononce leur renvoi.

La tenue militaire fut jugée la plus propre à maintenir le bon ordre parmi un si grand nombre de jeunes gens; ils sont organisés en compagnies et par rang de taille, ayant pour chefs et sous-chefs les plus avancés et les plus raisonnables d'entre eux; des officiers ou sous-officiers retraités les dirigent et les accompagnent partout. Les punitions consistent, pour les faits graves, dans l'expulsion de l'école, ou la prison ; on punit de la salle de discipline ou des arrêts, le manque au devoir.

Les élèves, pour suivre les divers exercices de l'école, sont divisés en neuf ou douze séries. Les plus avancés en instruction composent les premières, et les moins instruits les dernières. La journée de travail est de onze heures, comme dans tous les ateliers de la capitale; elle est partagée en trois périodes, de six à neuf, de dix à deux, et de trois à sept heures. Un tiers des séries est en classe, pendant que les deux autres tiers sont aux ateliers. Alternant ainsi du matin au soir, il en résulte que les deux tiers du temps sont employés à l'instruction pratique, et un tiers seulement à l'instruction théorique; c'est-à-dire que sur les six ans que chaque élève doit passer à l'école, quatre sont donnés à l'apprentissage d'un métier, et deux à apprendre à dessiner, la grammaire, les mathématiques, etc. Pour la plupart des métiers, ce temps suffit; mais il en est, tels que la forge, l'ajustage, l'horlogerie, où il en faudrait passer le double, et même sans interruption, pour en sortir passable ouvrier.

La première chose à considérer étant l'instruction des élèves, on ne peut pas leur donner à faire toutes sortes d'ouvrages, ni leur faire répéter toujours les mêmes pièces, comme dans les fabriques où la division du travail est admise. On ne peut donc pas compter sur des produits considérables, ni même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur des ouvrages bien faits, à moins qu'ils ne soient revus et corrigés par des ouvriers, quand cela est possible.

Une chose, selon moi, qu'on a eu tort de ne pas entreprendre dans les ateliers des écoles, c'est la construction des machines à vapeur. Rien n'était plus propre que ce travail pour instruire les élèves et former des ingénieurs-mécaniciens. Je sais qu'on l'a essayé à Châlons, et que la tentative n'a pas été heureuse; mais aussi pourquoi vouloir débuter par des innovations? Pourquoi n'a-t-on pas pris pour modèle les admirables machines de Watt, ou celles de Woolf? Le succès eût été certain, et aujourd'hui les ateliers seraient assurés d'avoir du travail pour long-temps.

Dans l'organisation actuelle des écoles, le directeur des travaux n'occupe que le second rang, et en conséquence son traitement est de beaucoup inférieur à celui de l'administrateur en chef. Le directeur des travaux est pourtant la véritable cheville ouvrière de l'établissement. Un ingénieur, propre à conduire comme il faut les travaux des ateliers, trouverait facilement à gagner dix mille francs par an, dans des entreprises particulières. Je sais que ses émolumens ne s'élèvent pas à la moitié de cette somme. Pour compenser cette espèce d'infériorité, et l'encourager à se donner quelque peine, je pense qu'on devrait lui accorder une part dans les bénéfices, comme cela se pratique dans tous les ateliers ordinaires.

Les opinions ont été partagées sur le placement des écoles. A cet égard on a commis de grandes erreurs. Le but étant l'instruction des élèves, personne ne peut mettre en doute qu'il serait bien plus complètement rempli au centre d'une grande industrie, que dans une ville dénuée de toutes ressources commerciales.

Je finirai cet article par une considération importante, c'est que dans aucun établissement d'instruction publique, les élèves ne jouissent d'une aussi bonne santé. Occupés sans interruption et alternativement d'étude et de travail manuel, qu'on peut regarder comme un exercice gymnastique, leur tempérament se trouve singulièrement fortifié par ce régime.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les écoles d'Arts et Métiers ont eu et auront encore sans doute des détracteurs. On a dit et répété il n'y a pas très longtemps à la tribune de la Chambre des Députés, qu'en Angleterre il n'existe pas d'école de ce genre, et que cependant l'industrie de ce pays n'en prospère pas moins. Non, on n'y trouve pas d'écoles publiques d'Arts et Métiers; mais chaque atelier, dans ce pays d'industrie, en est une : les ouvriers ne s'y bornent pas à manier la lime et le marteau; il y a pour eux, plusieurs fois par semaine, des leçons de théorie. Lorsque le célèbre M. Watt forma son magnifique établissement pour la construction de ses machines à vapeur, à Soho, près de Birmingham, il ne manqua pas d'obliger ses ouvriers à assister à des leçons qu'il leur faisait donner par des maîtres. Ce ne fut que quand cette instruction théorique fut assez avancée, qu'il parvint à une construction parfaite. C'est principalement de cette grande école que sont sortis cette foule d'ingénieurs habiles dont l'Angleterre est si riche aujourd'hui. E. M.

ÉCOPE (*Technologie*). L'*écope* est une pelle creuse, en bois, qui sert à puiser de l'eau à une petite profondeur, et à la rejeter à une distance médiocre. Les mariniers l'emploient pour vider l'eau qui entre dans leurs bateaux. Les BLANCHISSEURS s'en servent aussi pour arroser la toile sur le pré.

Dans les déblais, après une pluie ou lorsqu'on trouve quelque amas d'eau, on emploie aussi l'écope, mais on la suspend à une sorte de pyramide formée par trois pièces de bois réunies au sommet. Alors le poids de l'écope et de l'eau qu'elle contient étant en grande partie supporté par le point de suspension, l'action du moteur se réduit à imprimer un mouvement d'oscillation à l'*écope*, après qu'elle a puisé une certaine quantité d'eau. L.

ÉCOPERCHE (*Arts mécaniques*). On donne ce nom à toute pièce de bois portant une poulie à son extrémité. Cette machine très simple est d'un usage perpétuel pour les constructions, dans les chantiers, etc.; on en a beaucoup varié la forme et les applications.

Lorsque les maçons veulent élever des matériaux aux étages

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supérieurs, ils font saillir en avant du mur et en haut la poulie d'une écoperche; une corde passée dans cette poulie et tirée par des ouvriers, fait monter un panier qui contient les pierres ou les bois qu'on veut élever. Il est inutile de dire que, pendant cette manœuvre, l'écoperche doit être maintenue fixement, et par conséquent arrêtée avec des HAUBANS aux parties immobiles de l'édifice.

Une écoperche fichée obliquement en terre au-dessus de la bouche d'un puits, et soutenue par deux étais, forme un trépied ou une sorte de pyramide triangulaire, au sommet de laquelle se trouve la poulie. Ce système sert à tirer à bras et avec une corde, l'eau et les matériaux qui sont au fond du puits.

Souvent, pour alléger le fardeau qu'on veut enlever, on le fait tirer à l'aide d'une MOUFLE attachée à l'écoperche et au fardeau; et même quelquefois on adapte à la membrure même de l'écoperche, une roue et un treuil avec une manivelle, pour donner à la puissance plus d'action. Ce système constitue alors ce qu'on nomme une CHÈVRE. (*V.* ce mot.)

L'inconvénient des chèvres est de ne monter les poids qu'avec une lenteur proportionnée aux avantages qu'on veut donner à la puissance motrice sur la résistance à mouvoir; et si cette force peut enlever un fardeau dix fois plus grand qu'elle, c'est sous la condition que ce poids montera dix fois moins vite que si elle eût été capable de se passer de ce secours. (*V.* FORCE.) On évite donc souvent de donner au système ce genre d'avantage, et l'on aime mieux faire prendre plus de vitesse au fardeau, sauf à dépenser plus de force. Une perche élevée verticalement à une hauteur suffisante, et arrêtée solidement par des haubans, porte en haut une pièce de bois horizontale, fixée à la perche par un lien en forme de potence, le tout assemblé à tenons et à mortaises. C'est en haut de cet appareil, nommé aussi *écoperche*, qu'on adapte une poulie, des hommes agissant sur une corde passée dans la poulie, font monter les poids. On peut y employer la force d'un cheval, en fixant près du sol un rouleau en bois qui fait fonction de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poulie de renvoi, et sur lequel la corde passe et va s'unir par un bout au fardeau que soutient la poulie, et par l'autre bout aux traits d'un cheval. L'animal tire la corde et fait monter le poids. Il faut que le terrain permette à sa course une étendue égale en longueur à la hauteur que le poids doit parcourir, pour suffire au développement de la corde. Ici il n'y a plus d'autres frottemens que ceux des poulies; la vitesse et la force du moteur se transmettent à la résistance, à peu près dans toute leur intensité.

Il y a des écoperches qui prennent le nom de *bigues;* ce sont deux pièces de bois implantées sur le sol et dressées en l'air, de manière à se trouver un peu écartées l'une de l'autre par le bas et unies en haut, où elles portent la poulie ou la moufle. La *machine à mâter* est une bigue très élevée; celle de Toulon a 44 mètres de hauteur. Les perches sont croisées par le bout et fortement retenues par un amarrage nommé *portugaise.* Pour dresser une bigue, on commence par placer sur le sol les deux montans unis par un bout, et retenus fixement à terre par l'autre à des appuis inébranlables. Des cordages et des moufles aident les puissances à tirer le sommet de la bigue pour la monter. L'action oblique de ces forces en perd une grande partie; et lorsqu'on ne peut pas disposer d'une assez forte action pour commencer le mouvement, on est obligé de dresser d'abord une autre bigue moitié moins haute, qui sert d'appui aux moufles pour dresser la première. Une fois le mouvement imprimé, il devient de plus en plus facile de le continuer à mesure que le sommet de la bigue est monté plus haut. (*V.* le Mouvement des Fardeaux, de Borgnis, page 245.)

FR.

ÉCORCE (*Agriculture*). Chaque année il se forme sur chaque branche d'arbre une couche mince d'écorce, sous celle qui s'est formée l'année précédente, comme il se développe une couche de bois qui s'ajoute en dehors de l'aubier. Ces deux couches forment deux cônes qui s'enveloppent l'un l'autre, situés entre le bois et l'écorce, depuis la racine jusqu'aux sommités de l'arbre, et s'ajoutent l'une au *liber,* l'autre à l'Aubier. Lorsqu'on enlève

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une portion d'écorce, elle se reproduit au moyen de la sève qui s'extravase sur les bords de la plaie. C'est entre l'aubier et l'écorce que réside surtout la vie du végétal; et l'on peut, dans de certaines circonstances, souder une portion de l'écorce d'un arbre sur celle d'un autre arbre. (*V.* Greffe et Écusson.)

Les sucs propres de l'écorce sont souvent très abondans; les pins, mélèses et sapins donnent la résine; la gomme transsude des acacias, pruniers, cerisiers, abricotiers, etc. Si l'on enlève l'écorce d'un arbre en hiver, il continue de donner des feuilles au printemps; mais il est dans un état de maladie qu'attestent toutes ses fonctions, et il meurt à l'automne ou au printemps qui suit; et si on laisse à l'arbre une simple bande d'écorce longitudinale, cela suffit pour lui conserver l'existence. L'aubier d'un arbre écorcé s'endurcit beaucoup, et c'est un des moyens les plus propres pour augmenter la densité des Bois. (*V.* ce mot.)

Nous avons approprié à nos besoins diverses sortes d'écorce; le chanvre et le lin donnent des fibres flexibles dont nous faisons des fils, des toiles et des cordes; on peut faire du papier avec un grand nombre de substances végétales; des cordages d'écorce de tilleul servent à tirer l'eau des puits; les écorces de cannelle, de quinquina, de simarouba, etc., servent en Médecine; l'écorce de chêne donne le Liége et le Tan, etc. Nous renvoyons à ces divers mots pour les détails relatifs aux usages et aux préparations de ces substances. Fr.

ÉCOTAGE (*Technologie*), se dit de l'action qu'on fait subir, dans les Tréfileries, au fil de fer, en le faisant passer dans la seconde machine pour lui enlever des espèces de côtes que la première machine a laissées. C'est aussi l'action d'enlever les côtes au tabac.

ÉCOUAILLES (*Technologie*). C'est le nom qu'on donne à la laine qu'on coupe sous la cuisse des moutons, et qui est le plus souvent d'une basse qualité.

ÉCOUANE ou ÉCOUENNE (*Technologie*). En général, c'est une lime plate qui ne diffère des autres limes que par la taille. Elle n'est pas comme celle des limes ordinaires, ni comme celle des râpes; ce sont de larges sillons parallèles entr'eux et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perpendiculaires à la longueur de la lime. Ces sillons, vus par côté, ont la forme des dents de scie, dont le tranchant est vers le bout de la lime. Au premier aspect on jugerait qu'une *écouane* doit limer plus rudement qu'une râpe; c'est tout le contraire. Les ARQUEBUSIERS, les FACTEURS *d'instrumens* ou LUTHIERS, les MENUISIERS, les POTIERS D'ÉTAIN, les TABLETIERS-CORNETIERS s'en servent avec avantage. On fait des *écouanes* de toute grandeur, de toute largeur et de toute forme; ce n'est que la matière qu'on veut *écouaner* qui occasionne les différences.

L.

ÉCOULEMENT DES EAUX (*Arts physiques*). Dans un grand nombre de circonstances, il est indispensable de mesurer la vitesse de l'eau et la quantité qui s'écoule en un temps donné: lorsqu'il s'agit, par exemple, de creuser un canal, ou d'établir une roue hydraulique, il est nécessaire de connaître si l'on peut compter sur la masse d'eau propre à alimenter le canal ou à mouvoir la roue. Déjà dans plusieurs circonstances nous avons traité de ce sujet; nous nous proposons de l'embrasser ici dans toute son étendue, en renvoyant d'ailleurs aux articles spéciaux où les détails ont été donnés.

I. Lorsque le réservoir ne fournit qu'une fort petite quantité d'eau, le plus sûr, pour en avoir la mesure cubique, est de recevoir le liquide dans des vases dont la capacité est connue, puis de chercher de la sorte combien de ces vases sont remplis en un temps donné: on en conclut ensuite le volume écoulé en 1 minute, en 1 heure, en 1 jour, résultat qu'on se proposait d'obtenir.

II. Quant au calcul du volume d'eau qui sort d'un réservoir par un orifice percé à sa paroi, nous avons expliqué au mot CLEPSYDRE que si le niveau ne reste pas constant, les quantités écoulées varient sensiblement: et, s'il est constant, la vitesse demeure la même. Voici la règle à suivre à cet égard:

La vitesse de l'eau qui jaillit par un petit orifice, est celle qu'aurait un corps pesant après être tombé d'une hauteur égale à celle du niveau au-dessus de l'orifice; c'est ce qu'on nomme *la vitesse due à cette hauteur.* On trouvera au mot

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chute (T. V, pag. 268) la théorie de ce mouvement, qui sert à construire la table suivante, propre à donner de suite la vitesse d'écoulement. Si le niveau du réservoir reste constant, le volume d'eau écoulée est donc le produit de la surface de l'orifice multipliée par la vitesse, qui n'est que l'espace parcouru pendant l'unité de temps. Par exemple, un réservoir est entretenu de manière à avoir son niveau élevé de 2 mètres, et 23 millimètres au-dessus de l'orifice, qui est un carré de 2 centimètres de côté : la vitesse est 6m,3 d'après notre table, c'est-à-dire que le liquide parcourt 6m,3 par seconde à sa sortie, en supposant qu'il cesse de peser et qu'il est dans le vide. Il sort donc, chaque seconde, un prisme qui a 4 centimètres carrés de base, et 6m,3 de hauteur : multipliant ces nombres, il vient 2520 centimètres cubes, ou 2,52 décimètres cubes, ou enfin un peu plus de 2 litres $\frac{1}{2}$ d'eau par seconde, 151 litres par heure, etc. Tous les calculs de ce genre se font de même, à l'aide de la table suivante :

Vitesses par seconde et hauteurs de chute correspondantes, exprimées en mètres.

Vitesse.	Hauteur.	Vitesse.	Hauteur.	Vitesse.	Hauteur.	Vitesse.	Hauteur.	Vitesse.	Hauteur.	Vitesse.	Hauteur.
0m1	0m0005	1m3	0m086	2m5	0m319	3m7	0m698	4m9	1m224	6m1	1m897
0,2	0,0020	1,4	0,100	2,6	0,345	3,8	0,736	5,0	1,276	6,2	1,990
0,3	0,0046	1,5	0,115	2,7	0,372	3,9	0,775	5,1	1,326	6,3	2,023
0,4	0,0082	1,6	0,131	2,8	0,400	4,0	0,816	5,2	1,378	6,4	2,088
0,5	0,0127	1,7	0,147	2,9	0,429	4,1	0,857	5,3	1,432	6,5	2,156
0,6	0,0184	1,8	0,165	3,0	0,459	4,2	0,899	5,4	1,486	6,6	2,221
0,7	0,0250	1,9	0,184	3,1	0,490	4,3	0,942	5,5	1,541	6,7	2,288
0,8	0,0326	2,0	0,204	3,2	0,522	4,4	0,987	5,6	1,599	6,8	2,357
0,9	0,0413	2,1	0,225	3,3	0,555	4,5	1,032	5,7	1,656	6,9	2,427
1,0	0,0510	2,2	0,245	3,4	0,589	4,6	1,079	5,8	1,715	7,0	2,498
1,1	0,0617	2,3	0,270	3,5	0,624	4,7	1,126	5,9	1,774	7,1	2,570
1,2	0,0734	2,4	0,294	3,6	0,661	4,8	1,174	6,0	1,835	7,2	2,643

Mais on a remarqué que les résultats théoriques obtenus par ces calculs diffèrent beaucoup de ceux qu'on obtient réellement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la pratique, à moins que l'orifice par où l'eau s'écoule ne soit évasé, et ne facilite, par cette disposition, la sortie du liquide. Dans toute autre circonstance, comme l'écoulement a lieu dans l'air, et non pas dans le vide, que le fluide frotte contre les parois de l'orifice, enfin que l'AJUTAGE a une grande influence sur le phénomène, on reconnaît que le jet, à sa sortie, affecte la forme d'un cône : c'est ce qu'on nomme *la contraction de la veine fluide*. Pour que le calcul s'accorde avec l'expérience, il ne faut prendre qu'une fraction du résultat numérique obtenu précédemment, parce que le fluide ne sortant réellement que par la base la plus étroite du cône tronqué, formé par le rétrécissement, c'est cette base qui doit remplacer l'orifice dans le calcul, et on trouve que l'une est à peu près les 0,62 de l'autre. Cela est si vrai, que si l'on adapte à l'orifice un AJUTAGE qui affecte la forme contractée du jet, la dépense est absolument la même que si cet ajutage n'existait pas. Les choses se passent donc comme si le vase se prolongeait jusqu'à la base de la plus petite section du jet. Dans l'exemple cité précédemment, la dépense, au lieu d'être de 150 litres, ne serait réellement que de 93 litres par heure, parce que 93 est les 0,62 de 150. Si la charge d'eau est très faible, par exemple si elle n'est que du douzième du diamètre de l'orifice, la dépense n'est plus que les 0,65 de celle que donne la théorie.

Jusqu'ici nous avons supposé que l'orifice est percé dans une mince paroi, ou garni d'un ajutage ayant la forme du jet contracté. Mais si au bout de cet ajutage on adapte un autre tuyau cylindrique ou évasé, n'excédant pas certaines limites, la dépense augmente beaucoup, et peut aller jusqu'à doubler celle qui se fait par un orifice en mince paroi. Mais cet excédant de produit cesse d'avoir lieu lorsqu'on perce d'un petit trou l'endroit où se fait la contraction. Lorsque l'écoulement a lieu dans le vide, l'accroissement de dépense cesse aussi d'avoir lieu. Les connaissances sur cette matière ne sont pas assez avancées pour établir les rapports de la hauteur de la charge à la quantité écoulée dans toutes les circonstances. Ainsi, la règle que nous avons donnée d'abord ne s'appliquera que si l'orifice

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est muni d'un ajutage évasé. Dans toute autre disposition, il faut la modifier et ne prendre qu'une fraction du résultat, qui varie selon les divers cas, telle que les 0,62, ou les 0,65, ou etc... En général, voici les formules les plus précises qu'on ait trouvées pour régler la dépense.

Soient d le diamètre d'un orifice circulaire percé dans une paroi horizontale ou verticale, h l'enfoncement du centre de ce cercle au-dessous du niveau supposé constant dans le réservoir, g la gravité ou le nombre $9^{m},81$; on a $\frac{1}{4}\pi d^2$ pour l'aire de l'orifice, $\sqrt{2gh}$ pour la vitesse théorique de l'eau jaillissante, $\frac{1}{4}\pi d^2\sqrt{(2gh)}$ pour le volume écoulé dans une seconde prise pour unité de temps, et enfin $\frac{1}{4}\pi\sqrt{(2g)}\times d^2t\sqrt{h}$ pour le volume dans t secondes de temps.

En calculant le facteur constant $\frac{1}{4}\pi\sqrt{(2g)}$, et réduisant ce nombre dans le rapport qu'indique l'expérience, à raison de la contraction de la veine fluide, on trouve que, *si* h *et* d *sont exprimés en millimètres,* la quantité de litres ou kilogrammes d'eau écoulés *en* t *minutes,* est

$$= A\, d^2t\sqrt{(h)}$$

1°. Si l'orifice est évasé.....	$A = 0,0066$	$\log = \overline{3}.8195642$
2°. Si la charge d'eau est très faible....	$A = 0,00429$	$\log = \overline{3}.6324358$
3°. S'il y a un ajutage cylindrique.....	$A = 0,00535$	$\log = \overline{3}.7280492$
3°. Si l'orifice est percé en mince paroi, ou s'il y a un ajutage conique.....	$A = 0,00409$	$\log = \overline{3}.6119559$

Dans ce dernier cas, l'ajutage doit avoir la forme qu'affecte le jet contracté, et d est le diamètre étroit extérieur.

III. Nous avons expliqué au mot Dépense ce qu'on appelle *un pouce d'eau*, en terme de fontainier : il ne faut l'entendre que d'un volume d'eau convenu dans un temps donné. Ce terme exprime un écoulement qui produit 672 pouces cubes d'eau par minute, c'est-à-dire 560 pieds cubes, ou 19,2 mètres cubes, en 24 heures; ce qui fait 800 litres ou kilogrammes par heure. La ligne d'eau est le 144e du pouce, ou 4,67 pouces cubes d'eau par minute, c'est-à-dire 5 $\frac{1}{2}$ litres par heure environ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IV. Pour évaluer le volume d'eau débitée par un ruisseau, on y fait un barrage transversal, auquel on dispose une *jauge*; c'est une feuille de fer-blanc percée de trous ayant leurs centres sur une ligne horizontale, et un diamètre de 1 pouce, ou 27 millimètres : l'eau ainsi arrêtée dans son cours, s'amasse et son niveau s'élève. On attend qu'il vienne affleurer un trait marqué à 1 ligne au-dessus de tous les trous; on laisse ensuite écouler l'eau par un nombre suffisant de ces trous pour que tout y passe, et n'en laissant débouchés que ce qu'il faut pour que le niveau se maintienne juste à 1 ligne ou 2 millimètres au-dessus de la tangente à tous ces cercles. La source débite donc le volume d'eau qui passe par tous ces orifices, puisque le niveau reste constant, ce qui prouve qu'il s'en écoule précisément autant qu'il en arrive. Or, l'expérience apprend qu'autant de trous ont été ouverts, autant de *pouces cubes d'eau* sont donnés par le ruisseau. Et s'il faut employer des fractions du pouce pour livrer passage à l'eau, sans changer son niveau, on a pratiqué à la jauge de plus petits trous dont l'expérience a fait connaître les produits : par exemple, si 12 de ces trous, égaux et percés à des profondeurs égales, débitent autant qu'un des premiers, chacun est le douzième du pouce cube. *V.* Dépense.

V. Ce procédé ne suffit plus dès que les ruisseaux fournissent plus de 20 pouces d'eau. On se sert alors d'un barrage, ayant au milieu une planche de champ qui maintienne le liquide plus élevé en amont qu'en aval, pour lui donner de la chute, et qui laisse une ouverture parallélogrammique de 4 pieds de large, ou 1,3 mètre, sur une hauteur indéfinie. On force ainsi l'eau à ne passer que par cette large ouverture, dont le côté horizontal inférieur est à la surface de flottaison de l'amont. On estime alors que la vitesse du liquide est une moyenne entre celles des diverses couches, car on sent bien que les pressions étant différentes pour toutes les profondeurs, les vitesses le sont aussi. On prend pour vitesse moyenne, celle du fluide qui passe aux $\frac{4}{9}$ de la hauteur, depuis la surface de flottaison à l'amont, jusqu'au bord horizontal de l'ouverture. (*V.* ci-après ce qui sera dit des *réversoirs*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VI. Ce moyen est assez imparfait; d'ailleurs il n'est pas praticable pour les fleuves dont le volume d'eau est considérable. On se sert alors du *tube de Pitot;* voici en quoi consiste cet instrument, tel qu'on l'emploie aujourd'hui, et qu'il a été perfectionné par M. Mallet et les ingénieurs piémontais.

Imaginez un tube vertical en fer-blanc, d'environ 2 pouces de diamètre, et 5 à 6 pieds de long, plus ou moins, tel que AB, fig. 6, Pl. 7, des *Arts physiques.* A la partie inférieure est soudé un coude AC, terminé en cône C, et percé au sommet d'un petit trou. Lorsqu'on plonge ce tube dans l'eau, en tournant l'ouverture C dirigée vers le courant, et la tige AB verticale, le liquide entre par le trou C, et monte dans le tube à un certain niveau D, supérieur à celui EF du liquide extérieur, parce que la pression de l'eau est accrue par sa vitesse. La force du courant maintient donc le liquide au-dessus de son niveau d'une quantité DF qui est précisément égale à la hauteur due à cette vitesse, et qui, une fois connue, donnera cette vitesse à l'aide de la table qui précède. Si, par exemple, cette différence de niveau est de 1 décimètre, nous trouvons, dans la colonne correspondante à cette élévation, que la vitesse est de 14 décimètres par seconde.

Comme il importe de tenir l'instrument tourné directement contre le courant, parce que sans cela on n'aurait pas l'effet dû à la vitesse entière, on dirige l'instrument dans divers sens, et on s'arrête à la situation qui donne la plus grande hauteur dans le tube; et cette direction peut être droite ou oblique au lit du fleuve, parce qu'il arrive souvent que la vitesse suit une ligne inclinée au rivage. Au contraire, lorsque le coude est dirigé dans le sens diamétralement opposé, le niveau dans le tube s'abaisse, et la hauteur *minimum* est celle du plan de flottaison EF. Ces deux expériences déterminent, comme on voit, la hauteur due au courant, et par suite sa vitesse.

Pitot voulait que le coude immergé de l'instrument fût évasé en entonnoir, pour donner plus de facilité au courant de s'y engouffrer, et que l'observateur pût mieux saisir le point juste de niveau. Mais cette disposition donne au fluide, dans le tube,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une vacillation perpétuelle qui, ne laissant jamais la surface en repos, ne permet pas d'apprécier exactement la hauteur; tandis que le cône qu'on y a substitué, exigeant plus de temps pour la transmission des impulsions, ne laisse subsister que l'effet durable dû à la vitesse, abstraction faite de toutes les variations accidentelles que les vagues peuvent imprimer.

Il voulait aussi qu'on se servît d'un second tube pour apprécier le niveau du fleuve; mais ce que nous avons dit montre que ce double appareil est inutile. Enfin, il faisait son tube en verre, dont la surface était graduée par des traits équidistans; mais la fragilité de cette matière l'a fait abandonner. On préfère le fer-blanc; et pour estimer le niveau du liquide dans le tube, qui n'est pas transparent, on y a disposé une baguette graduée *b* qui est soulevée par un flotteur *a* en liége, ou une ampoule pleine d'air, à la manière des Aréomètres. Voici donc l'usage qu'on fait de l'instrument. On a un bâton armé, à son bout, d'une pointe qu'on implante dans le fond de la rivière, à l'endroit où l'on veut expérimenter. Cette pointe est surmontée d'un disque qui ne lui permet d'entrer que jusqu'à une hauteur qui sera constante durant l'expérience entière. On accole le tube à ce bâton, en l'y maintenant lié, ou seulement en les serrant avec la main l'un contre l'autre, et l'on descend le coude à la profondeur où l'on veut explorer; des divisions marquées sur le bâton donnent la hauteur du niveau, qu'on tâche de rendre la plus grande possible, en faisant varier la direction du coude CA, sans en changer l'enfoncement. Ensuite on tourne ce coude jusqu'à ce que le niveau de l'eau soit dans le tube, d'abord au *minimum*, ce dont on juge par la longueur de la baguette *b* saillante en haut du tube. Le flotteur et le poids de la baguette s'enfoncent dans le liquide au même degré dans les deux cas. Mais le niveau de l'eau n'étant pas le même, la partie saillante de la baguette a changé, ce qui fait connaître deux hauteurs: la différence est celle des niveaux. On note cette différence, qui est la hauteur cherchée.

On répète l'épreuve à diverses profondeurs, et on note pareillement à chacune la différence des niveaux: la moyenne entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces quantités est la hauteur propre à donner la vitesse moyenne dans la verticale où le tube a été plongé, à l'aide de la table qui précède. On essaie de la même manière l'effet de l'instrument en tous les points d'une coupe transversale au lit du fleuve ou du ruisseau, et la moyenne de ces résultats donne la vitesse moyenne du courant.

L'aire de la section transversale s'évalue ensuite géométriquement, puisqu'on en a fait des sondes en tous les points, et qu'on en a pris les profondeurs et la largeur. Multipliant la vitesse moyenne par cette surface, on a donc le volume d'eau qui s'est écoulée en une seconde, et par suite en une minute, une heure, ou un jour.

Il est inutile de dire que ces tentatives doivent être faites loin des moulins, qui, par leurs retenues d'eau, ajoutent au courant une vitesse accidentelle de chute, effet qui pourrait altérer les résultats. Il faut aussi n'expérimenter que plusieurs jours après ceux où la pluie est tombée, parce que cette crue d'eau n'est qu'un évènement qui n'a rien de durable. Il faut enfin réitérer les essais en divers temps, et prendre une moyenne entre les résultats, qui doivent fort peu différer quand les circonstances sont les mêmes, mais qui en général sont très inégaux, et font connaître la quantité d'eau moyenne des diverses saisons de l'année.

VII. Nous avons indiqué au mot Eau un autre moyen moins exact d'estimer la vitesse et le volume écoulé, soit en se servant d'un moulinet très mobile, dont les ailes trempent fort peu dans l'eau, et qui portent un Compteur pour nombrer les tours de roue; soit en faisant flotter une boule de bois ou de cire, dont on suit la marche; on mesure l'espace décrit en un temps donné. Mais ces procédés fort commodes ne donnent que la vitesse de l'eau à sa surface, qui est toujours la plus considérable; le nombre obtenu est donc trop fort.

Généralement les eaux profondes sont les plus pressées; elles frottent sur le fond et sont fort ralenties; celles de la surface sont au contraire accélérées, parce qu'elles éprouvent moins de résistance. Il suit des expériences de Dubuat, que si l'on connaît

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la vitesse V de la surface, on en peut conclure celle v qui est moyenne, par la formule

$$v = \frac{V(V + 2{,}732)}{V + 3{,}153}$$

V	Rapports $v : V$
Décimèt.	
5	0,786
10	0,812
15	0,832
20	0,848
25	0,862
30	0,873
35	0,883
40	0,891
45	0,898
50	0,904

La table ci-contre donne le rapport $\frac{v}{V}$, ou *le nombre par lequel il faut multiplier la vitesse à la surface, pour connaître la vitesse moyenne.* Si, par exemple, on trouve que la boulette flottante parcourt 2 mètres par seconde; en multipliant par 0,848 (nombre qui répond à 20 décimètres), on trouve que la vitesse moyenne est 1,696, c'est-à-dire qu'on peut supposer au courant une vitesse constante à toute profondeur d'environ 17 décimètres par seconde, en cet endroit du lit.

VIII. Comme les filets fluides ont des vitesses inégales à des profondeurs différentes, la recherche de la vitesse moyenne est indispensable; mais on peut éviter tout calcul en dirigeant l'expérience du flotteur de manière à donner cette vitesse moyenne. A cet effet on prend une petite baguette d'une longueur à peu près égale à la profondeur du lit, et on la leste par un bout, pour qu'elle prenne, dans l'eau tranquille, une attitude verticale. C'est cette baguette qu'on laisse couler librement avec l'eau, de manière que le sommet dépasse un peu le niveau, pour qu'on en puisse suivre la marche, et qu'elle ne frotte pas sur le fond. On voit alors cette baguette s'incliner au gré des vitesses différentes, et prendre précisément la vitesse moyenne cherchée. Cette inclinaison en avant ou en arrière ferait même connaître si la vitesse va en augmentant ou en diminuant vers le fond.

IX. On trouvera au mot Dynamomètre comment cet instrument peut faire connaître le poids avec lequel la force d'un courant presse une surface donnée qu'on laisse flotter dans l'eau,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et qu'on retient avec une ligne ou ficelle qui tire et bande le ressort de cet appareil. Or, ce poids fait de suite connaître la vitesse du liquide, à l'aide de cette proposition qu'on peut regarder comme sensiblement vraie dans la pratique : *l'impression directe d'un courant contre une surface verticale immobile, est le poids d'un prisme d'eau dont la base est cette surface, et dont la hauteur est la chute due à la vitesse du courant.* (*V.* Résistance des fluides.) Si l'on divise le poids indiqué par l'instrument, par le nombre d'unités superficielles contenues dans l'aire choquée et par le poids de l'unité cubique du liquide, c'est-à-dire, *si l'on divise le nombre de grammes qu'indique le dynamomètre, par le nombre de centimètres carrés de l'aire choquée*, le quotient sera la hauteur de la chute en centimètres linéaires, d'où l'on conclura, par notre table, la vitesse du courant. Si, par exemple, une surface de 10 $\frac{1}{2}$ décimètres carrés (ou 1050 centimètres carrés) est pressée par le courant de manière à tirer le fil avec une force équivalente à un poids de 7,7 kilogrammes; en divisant 7700 grammes par 1050, on a 7,33 pour quotient; en sorte que la hauteur de chute du fluide étant 7 centimètres $\frac{1}{3}$, ou 0,m733, la vitesse du courant est de 12 centimètres par seconde.

Nous ne dirons rien ici de l'instrument imaginé par M. Gauthey, et décrit dans ses mémoires sur les Canaux de Navigation, page 160, parce qu'il est fondé sur le même principe, et reçoit les mêmes applications. C'est certainement le meilleur de tous les moyens d'évaluer la vitesse d'un courant, en supposant exacte la loi sur laquelle le calcul précédent est établi; et elle semble parfaitement conforme aux expériences.

X. Il nous reste à parler des Réverbères, et à indiquer comment on mesure le volume d'une *nappe d'eau*, telle qu'on en voit dans les cascades des jardins, ou aux décharges d'écluses et de barrages. D'un côté l'eau est maintenue au-dessus de son niveau d'aval, et elle s'écoule de l'autre en formant une nappe. Les expériences de Dubuat, conformes sous ce rapport avec le principe *de la moindre action*, font connaître fort exactement la vitesse et la quantité de l'écoulement. On mesure d'abord la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

largeur l de l'orifice rectangulaire par lequel la nappe passe, puis la hauteur h du niveau d'amont, au-dessus de la base inférieure de cet orifice, c'est-à-dire la charge d'eau au-dessus de cette base; et l'on trouve que, s'il y a évasement, pour faciliter la sortie de l'eau, le volume du liquide qui coule dans une seconde, est, en mètres cubes, $= 2{,}5261\ l\sqrt{h^3}$, h et l étant exprimés en mètres linéaires. Mais si l'orifice par lequel l'eau passe n'est pas évasé, ce qui arrive dans la plupart des réversoirs, il se fait une contraction dans les deux parties latérales de la nappe, et même à son fond où elle quitte le barrage. L'expérience prouve que la dépense donnée par la formule est réduite aux $\frac{3}{4}$, c'est-à-dire qu'il faut remplacer dans notre formule le facteur 2,5261 par 1,895, ce qui donne pour la dépense en une seconde, le nombre de mètres cubes désignés par $1{,}895\ l\sqrt{h^3}$.

Nous n'entendons pas par h l'épaisseur de la nappe d'eau à l'orifice, attendu que la surface du liquide s'affaisse peu à peu en approchant de la nappe, et qu'à l'orifice la hauteur au-dessus de la base est déjà réduite aux $\frac{7}{10}$ environ de ce qu'elle était à l'amont. Bien entendu que la dépense totale se trouve, comme ci-devant, en multipliant la dépense en une seconde, par le temps de l'écoulement exprimé en secondes.

Comme cette méthode suppose un calcul qu'on veut souvent éviter, sauf à négliger quelque chose au résultat, qui n'est plus qu'approximatif, on est dans l'usage de substituer à ce procédé le suivant dont nous avons déjà parlé V. On prend pour vitesse moyenne celle qui a pour chute les $\frac{4}{5}$ de l'épaisseur de la nappe à l'orifice: ainsi, après avoir mesuré la hauteur de la surface de l'eau, au-dessus de la base de l'orifice (environ les $\frac{7}{10}$ de ce que nous avons appelé h précédemment), les $\frac{4}{5}$ de cette quantité sont la hauteur de chute, qui, en recourant à notre table, donnent la vitesse moyenne: on multiplie donc cette vitesse moyenne par l'aire du profil de la nappe d'eau prise à l'orifice du réservoir. Fg.

ÉCRAN (*Technologie*). L'*écran* est un petit meuble fait ordinairement en carton, avec une queue en bois tourné, peint

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou verni. Il sert à garantir le visage, et surtout les yeux, de la trop grande ardeur du feu.

On fait, depuis quelque temps, des petits écrans très jolis et très curieux. Les uns se montrent un paysage d'hiver, les arbres dépouillés de feuilles; mais en les approchant du feu, les feuilles, les fleurs, les fruits même se montrent, et la nature paraît dans son printemps. Cet effet est facile à obtenir; on peint les arbres et le fond du paysage avec des couleurs invariables, les feuilles et les fruits avec des ENCRES DE SYMPATHIE, qui ne paraissent que lorsqu'elles ont reçu un certain degré de chaleur, et qui disparaissent au fur et à mesure que l'écran se refroidit.

D'autres présentent, sur un papier transparent, un sujet quelconque, lorsqu'on le regarde par-dessus et au jour ou à la lumière; mais si l'on cache le jour ou la lumière avec l'écran, le sujet qu'on a regardé ne s'aperçoit plus, on en voit un autre tout différent qui paraît en transparent.

M. Gaucheret, de Paris, prit en 1820 un brevet d'invention de cinq ans, pour de jolis écrans qu'il nomme *écrans-panoramas*. Des scènes disposées sur des bandes à peu près de deux aunes (2 mètres 20 centimètres) de long, se succèdent au moyen d'un mécanisme très simple, et offrent aux yeux les changemens des saisons, les dangers des tempêtes, les divers personnages d'une mascarade, en ombres chinoises, etc., etc., etc. Le brevet n'étant pas encore publié, nous renvoyons au mot PANORAMA pour décrire la construction de ces *écrans*.

On fait aussi de petits meubles qui se nomment *écrans*, et qu'on place debout devant le feu pour se garantir d'une trop grande chaleur à la figure. Un petit cadre couvert d'un taffetas vert glisse dans une coulisse et se soutient, à la hauteur qu'on désire, par une CRÉMAILLÈRE. Ces écrans portent ordinairement par derrière une petite tablette, sur laquelle on pose un chandelier, de sorte qu'on peut lire ou travailler à son aise sans être incommodé par le feu. H

ÉCRASER (MACHINES A). Il existe trois modes d'écraser ou de pulvériser les diverses substances, qui varient comme la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nature de ces substances mêmes. On donne en général à toutes ces machines le nom de Moulin. On écrase par percussion, par pression ou par froissement.

Au mot Bocard nous avons décrit le mode d'écraser, ou de pulvériser les substances sèches, par percussion.

Au mot Moulin nous décrirons l'action des meules sur ces mêmes substances, agissant par froissement; ici nous n'envisageons l'art d'écraser ou de pulvériser les matières que par pression, ou par ce mode combiné avec le froissement.

Le laminoir à cylindre de fonte, dont les vitesses sont les mêmes, au moyen duquel on écrase les graines oléagineuses, agit seulement par pression. Mais si les vitesses des cylindres sont différentes, leur action se compose du mode de pression et de froissement tout-à-la-fois. Il en est de même des meules verticales tournant dans une auge circulaire horizontale. Si les meules étaient coniques, et parfaitement en rapport avec l'aire de l'auge circulaire qu'elles parcourent, elles n'agiraient que par pression, parce qu'on pourrait considérer ce moulin comme un laminoir, dans lequel un des cylindres tournerait autour de l'autre immobile. Mais le froissement se joint à la pression, lorsque les meules sont cylindriques, ainsi qu'on les fait ordinairement. M. Guillaume, qui a donné son nom à une charrue assez estimée, a cru pouvoir tirer un grand parti, pour écraser toutes sortes de substances, du froissement qui résulte d'une meule conique en sens inverse, c'est-à-dire dont le gros bout se trouve du côté du centre, tournant, comme les autres, dans une auge circulaire horizontale. Sans doute, pendant que la surface, tant des meules que de l'auge, est fraîchement piquée ou taillée, ce froissement, qui n'a pourtant lieu qu'aux extrémités des meules, peut produire de l'effet; mais il cesse aussitôt qu'elles ont pris du poli. Il faut, comme dans tout autre moulin, retailler fréquemment les meules; autrement elles n'agissent que par pression.

Lorsqu'on n'a pas besoin d'une pulvérisation très fine, comme dans le broiement de la drêche à bière, des grains destinés à la nourriture des bestiaux, on se sert, avec infiniment d'avan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tages, des cylindres de fonte à petites cannelures et trempés, disposés comme un laminoir, mais ayant des vitesses différentes, comme deux à trois. L'utilité de ces petits moulins qui ne s'usent pas, parce que les cylindres ne se touchent point, nous engage à en donner la description avec figure. (*V.* Pl. 16, fig. 2 et 3, *Arts mécaniques*).

La fig. 2 est une coupe verticale et transversale par le milieu des cylindres de cette machine.

Les deux cylindres égaux et cannelés A et B sont fixés horizontalement l'un vis à vis de l'autre, dans un châssis de fonte C, qui permet au cylindre B de s'approcher ou de s'éloigner à volonté du cylindre A, au moyen des vis de pression D, suivant le degré de finesse qu'on veut donner à la mouture. Seulement on fait en sorte qu'ils ne puissent pas se toucher. Ces cylindres tournent dans des sens différens, à l'aide de deux roues d'engrenage de diamètre différent, dans le rapport de 12 à 18, ou de 2 à 3, que portent leurs axes prolongés au-delà du châssis C. C'est sur l'axe du cylindre A par lequel on tourne la machine, qu'on place le pignon de 12, ainsi qu'un volant, afin d'en rendre le mouvement facile. Au-dessus des cylindres est une trémie E dans laquelle on jette les graines qu'on veut broyer. Le bas en est fermé par une petite planchette F qu'on tient plus ou moins élevée à l'aide de l'écrou G. Vis-à-vis l'ouverture ménagée au bas de la trémie, et que ferme la planchette F, est un cylindre en bois H, dont la surface porte des gravures assez profondes en forme de cuillère, qui, en tournant dans le sens indiqué par la flèche, se remplissent de graines qu'elles versent régulièrement entre les deux cylindres. C'est un baille-blé très régulier et très simple, qui pourrait s'adapter à tous les moulins. Il reçoit le mouvement de la roue d'engrenage du cylindre B, qui conduit une roue semblable montée sur le prolongement de son axe, dans le même plan vertical. Pour que le grain ne passe pas entre le cylindre H et la planche de derrière de la trémie, on y met une garniture en crin, recouverte de peau, ce qui forme un matelas élastique qui, embrassant une portion du cylindre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ferme aux grains toute issue par cet endroit. Au-dessous des cylindres est un coffre K, dans lequel tombe la mouture.

La fig. 3 est une vue de face de la disposition des vis de pression qui servent à serrer plus ou moins les cylindres. Ces vis sont munies d'un disque *a* en cuivre, dont le contour porte des entailles numérotées, au moyen desquelles on fixe les vis de part et d'autre, de manière à conserver les cylindres dans une position toujours parallèle.

Ces machines sont particulièrement employées pour broyer l'avoine, l'orge, etc., qu'on donne aux chevaux, ce qui leur profite considérablement.

On se sert en Normandie de machines analogues pour écraser les pommes à cidre, au lieu des grands moulins à meules verticales, tournant dans des auges circulaires horizontales, qu'on nomme *piles*. Mais ces machines, dont l'invention appartient à *Buron*, n'agissent que par pression. La fig. 4, Pl. 16, en représente une coupe transversale et verticale. A et B sont deux cylindres égaux, en fonte, à ailes longitudinales, qui s'engrènent mutuellement. Ces cylindres, tournant en sens contraire, comme il est indiqué par les flèches, saisissent entre leurs dents successivement toutes les pommes que contient la trémie C. Les cylindres, ainsi que dans la machine à broyer les grains, sont maintenus à distance par des vis de pression.

Le mouvement est donné au cylindre A par le moyen d'une roue d'engrenage, montée sur son axe en dehors du bâti, et par un pignon d'un tiers de diamètre de moins que cette roue, afin de ralentir la vitesse, et donner plus de puissance au moteur, qui est ordinairement un ou deux hommes. Un volant, d'un poids d'environ 100 livres, régularise ce mouvement.

On fait actuellement des moulins à écraser le plâtre, qui ne sont autre chose que les moulins à meules verticales. Mais l'auge est en fonte, et percée d'un nombre infini de petits trous par lesquels le plâtre s'échappe à mesure qu'il est pilé. Un crible placé au-dessous, et qui est agité par le mouvement même de la machine, sépare le très fin de celui qui ne l'est pas encore assez. Celui-ci est remis de suite dans la pile. Au moyen de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette machine qu'un cheval peut faire tourner, on supprimerait le travail très pénible et très dispendieux des batteurs de plâtre à bras. E. M.

ÉCRÉNAGE, ÉCRÉNEUR, ÉCRÉNOIR, ÉCRÉNER (*Technologie*). L'*écrénage* est, en terme de fondeur de caractères d'imprimerie, une façon que l'ouvrier nommé *écréneur* donne à certaines lettres longues, comme, par exemple, aux *b*, *d*, *f*, *g*, *h*, etc., des caractères romains, et beaucoup plus dans les caractères italiques. La partie supérieure et inférieure tournante en excède le corps et porte à faux. On *écrène* en dégageant légèrement cette petite partie d'un peu de matière qui l'environne, afin qu'elle puisse se loger facilement dans le vide que lui présentera une autre lettre qui lui sera contiguë. L'*écrénoir* est un petit outil en acier et tranchant, auquel on substitue très souvent un canif. L.

ÉCRITOIRE, ENCRIER (*Arts physiques*). Petit vase destiné à recevoir de l'encre, dans laquelle on trempe le bec d'une plume lorsqu'on veut écrire. On a varié de mille manières la forme de ce vase, et même, prenant le tout pour la partie, on a donné le nom d'*écritoire* à un petit meuble qui contient des cases renfermant les pains et la cire à cacheter, le canif, le grattoir, la sandaraque, la poudre, les plumes, les crayons, etc. Il serait bien inutile d'entrer ici dans cette foule de détails, et nous devons nous borner à parler des écritoires les plus usitées ou les plus ingénieusement construites.

Le plus commun de ces appareils consiste en une cuvette de bois, de faïence ou de porcelaine, portant de petits tubes verticaux pour recevoir les plumes; on y implante le bec lorsqu'on a cessé d'écrire. Une éponge humide est dans la cuvette, pour essuyer l'encre de la plume; et au centre est un godet en verre ou en plomb, où l'on met l'encre. Ce meuble est fait en manufacture, et on le donne à fort bas prix. En y faisant le réservoir d'encre un peu étendu, et y mettant des substances en poudre qui servent à faire l'encre à écrire (*V.* Encre), on a une *écritoire perpétuelle*, où il suffit d'ajouter un peu d'eau lorsque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'encre est épuisée, pour dissoudre ce qui est nécessaire à la coloration de cette eau en noir.

La plupart des écritoires, même les plus élégantes, sont évasées et ont l'inconvénient de permettre à l'encre de s'évaporer promptement; il ne reste au fond du vase, au bout de fort peu de temps, qu'une boue d'encre, avec laquelle on ne peut écrire. D'autres, faites en bronze, en cuivre ou en argent, décomposent l'encre, qui cesse bientôt d'être noire, ou du moins l'écriture devient rouge quelques mois après qu'on l'a tracée. Le plus simple de tous ces appareils est assurément un petit flacon de cristal, fort plat et à large ouverture, qu'on ferme avec un bouchon de même matière lorsqu'on cesse d'écrire, ou qu'on couvre d'une plaque de bois, ou d'ardoise, ou de toute autre matière. L'encre y conserve très bien sa couleur et s'évapore lentement, et l'on peut, au besoin, transporter l'écritoire où l'on veut, sans que le liquide s'épanche et souille ce qui entoure le vase.

Je décrirai les trois écritoires les plus ingénieuses que je connaisse, parce qu'elles sont simples, peu coûteuses, et fondées sur les principes de la Physique.

La première, qu'on fait ordinairement en porcelaine, a la forme d'une boule creuse, avec un petit empatement pour qu'elle reste sur la table, et en haut une petite excavation par laquelle on injecte l'encre, et par où l'on insère le bec de la plume. On voit qu'il n'y a plus ici d'évaporation rapide, ni de décomposition d'encre, et que si l'écritoire vient à rouler sur la table, ce liquide ne se répand pas sur les papiers, l'air ne pouvant diviser le liquide pour s'y introduire à sa place. Mais il est difficile d'y faire descendre l'encre, parce que l'air qui se trouve dans la cavité s'y oppose. Il serait bon de ménager une issue à cet air par un petit trou qu'on boucherait ensuite. Au reste, cette écritoire a peu de stabilité, et elle est sujette à rouler sur la table et à tomber par terre.

La seconde est une bouteille ayant la forme indiquée fig. 6, Pl. VII des *Arts physiques*); c'est par l'orifice B d'un large tube recourbé BC, qu'on entre le bec de la plume pour la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tremper dans l'encre, dont le niveau est en I; dans la panse de la bouteille, le niveau est en DE, beaucoup au-dessus de I. Le liquide s'y soutient, parce que l'air qui occupe l'espace supérieur et fermé AED, a un ressort moindre que celui de l'atmosphère, avec lequel il n'a pas de communication; et le poids de la colonne de liquide au-dessus du niveau IF, joint à celui de l'air intérieur, fait équilibre à celui de l'atmosphère qui presse en BI. Lorsque ce niveau vient à s'abaisser au-dessous du coude K, une bulle d'air se fait jour et monte au-dessus du niveau ED qu'elle abaisse, en faisant monter de nouveau l'encre en I. Un bouton en A sert à tenir l'écritoire pour la porter où il est besoin. Si l'on veut l'emplir d'encre, on penche le vase de manière à tenir l'axe AC presque horizontal, la partie D tournée en bas; l'encre, qu'on verse lentement en B, entre dans l'écritoire en chassant l'air qui s'y trouve, et s'écoule par le même orifice.

La troisième est un vase de cristal (fig. 7) dont l'intérieur ne communique au dehors que par deux orifices; l'un D par lequel on verse l'encre pour emplir l'encrier; l'air sort par l'autre A, qu'on ferme ensuite avec un bouchon de cristal rodé à l'émeril; l'orifice D est fait en forme de tube conique DE, ouvert en E près du fond. L'encre se met d'abord de niveau dans le vase et dans le tube; mais lorsque ce niveau s'abaisse dans celui-ci, comme l'air ne peut rentrer, le niveau intérieur ne change pas. Ce n'est que lorsque l'encre du tube est épuisée en totalité, que l'air entre en E, s'insinue en bulle dans l'intérieur, et permet à l'encre de reprendre dans le tube un niveau plus élevé vers I. On a coutume de ménager aussi dans la masse du verre un ou deux petits trous coniques qui n'ont aucune communication avec l'intérieur, et servent à recevoir le bec de la plume, lorsqu'on n'écrit pas.

Dans ces deux dernières écritoires, l'évaporation de l'encre est presque nulle, et la décomposition par l'action de la matière du vase absolument impossible. Du reste, il est un peu difficile de nettoyer l'intérieur, de la bourbe d'encre qui s'y forme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons déjà parlé des écritoires portatives; on en fabrique encore en carton, en cuir bouilli, ou en bois, qui contiennent, outre une petite fiole pour recevoir l'encre, et un tube plus ou moins vaste où l'on met des plumes, du sable, des pains à cacheter. Les personnes qui, par la nature de leurs occupations, sont obligées d'écrire en tous les lieux où elles sont appelées par les devoirs de leur emploi, sont munies de cet instrument, dont les dimensions varient selon les besoins.

Nous terminerons en donnant la description du plus commode des encriers portatifs. Un vase cylindrique en cristal (fig. 8) a son couvercle en argent ou en cuivre; c'est une petite plaque mastiquée au verre, et qui a en C un petit tube fort court, par lequel on introduit l'encre ou le bout de la plume. Une autre plaque ED garnie en C d'une rondelle en peau de chamois, se place lorsqu'on veut sur cet orifice pour le fermer, et elle y est serrée et maintenue par une vis de pression K, qui s'engage dans un tuyau I travaillé en écrou. Cette écritoire égale au moins en avantages et en simplicité, toutes celles dont on se sert. L'encre n'y touchant le métal qu'accidentellement, ne se décompose point; elle s'évapore très peu, et l'appareil est portatif et facile à nettoyer. FR.

ÉCRITURES (*Commerce*). On donne souvent ce nom aux livres-registres, lettres, etc., d'un négociant. Comme nous nous proposons de faire un article sur la manière de tenir les LIVRES DE COMMERCE, nous ne nous en occuperons pas ici. FR.

ÉCRIVAIN, MAITRE D'ÉCRITURE. La *calligraphie*, ou l'art de bien écrire, n'est pas susceptible d'être exposée dans un ouvrage de la nature de notre Dictionnaire; c'est dans l'observation exacte d'une suite de principes convenus que consiste essentiellement cet art, qui ne trouvant dans la nature aucun sujet d'imitation, ne peut être considéré que comme un ensemble de procédés sans règles fixes. On peut assurer que toute écriture formée de caractères réguliers, disposés avec propreté et uniformité, sous des rapports simples de hauteur et d'espace, sera aisée à lire et plaira à l'œil: la calligraphie ne peut donc être soumise qu'à des principes de pure convention. La

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mode même s'empare de cet art et en modifie les bases. De nos jours, les belles écritures de *Barbe-d'Or* et de *Rossignol* ne sont plus estimées que des connaisseurs, qui en apprécient l'élégance et la difficulté d'exécution; et on leur préfère généralement le style anglais, remarquable par une pente générale fort couchée, des traits jetés avec hardiesse et grâce, mais qui le plus souvent ne sont pas lisibles, et manquent par conséquent le principal but qu'on se propose.

Qu'on imagine un carré dont un côté est horizontal; si l'on divise ce carré en deux parties égales, par une ligne verticale, et qu'on tire la diagonale de chacun des rectangles partiels, en allant de l'angle supérieur à droite, à l'inférieur à gauche, ces traits auront un degré d'obliquité qui formera la *pente* de l'écriture. Une suite de carrés semblables étant accolés sur une même direction horizontale, les diagonales détermineront le caractère d'écriture en hauteur et distance; ainsi, tous les *jambages* droits des lettres devront être disposés suivant ces traits, dont l'intervalle sera égal à celui des jambages, et qui comprendront entre eux toutes les rondeurs. Mais la pente ainsi donnée sera un peu trop forte pour que l'écriture soit facile à lire, et il sera plus convenable de diviser chacun des carrés juxtaposés dont il vient d'être parlé, en trois par des verticales équidistantes, ou même en quatre.

Dans l'écriture anglaise, la pente est beaucoup plus forte que dans les cas précédens, et souvent on y emploie l'inclinaison de 45 degrés, qui est déterminée par la diagonale du carré même. Ce défaut, joint à quelques autres, rend cette écriture très difficile à lire. Dans ce système, on n'exige pas que la plume tourne entre les doigts, comme dans le nôtre, pour tracer les *pleins* et les *déliés*. Chaque caractère d'écriture peut être formé par la même plume, qui est *taillée en fin* et très fendue, tandis que, dans la française, il faut une plume spécialement taillée pour chaque. Les principes de l'écriture anglaise varient avec les temps, les lieux et les maîtres. Un ouvrage publié par Carstairs (*Lectures*, ou *The art of Writing*, London, 1822), sur l'art d'écrire, est très remarquable,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

non-seulement par la variété et l'étendue des considérations fournies par le sujet, mais encore par un système particulier à l'auteur, qui tend à donner plus de célérité à la plume, d'élégance aux caractères et de facilité à la main. Nous recommandons à nos écrivains la lecture de cet excellent ouvrage.

Ce court exposé de quelques notions de calligraphie, suffit pour montrer combien cet art est peu assuré de ses principes, puisqu'on peut les changer si considérablement, sans influer notablement sur le résultat principal, qui est d'écrire avec élégance et lisiblement. Au reste, je ne prétends pas dire que l'écriture anglaise soit réduite à l'application du petit nombre de notions qu'on vient d'énumérer; elle est certainement fort agréable à l'œil, et exige du goût, de l'habitude, et une main très exercée aux mouvemens réguliers; mais l'empire de la mode l'a substituée à la française, qui est au moins aussi belle et beaucoup plus lisible. Les anciennes écritures en *ronde*, *coulée*, *bâtarde*, etc., adroitement mêlées, donnaient aux manuscrits, aux registres, aux correspondances épistolaires, une variété et une élégance qu'on doit avouer que nous ne connaissons plus. Enfin, il n'est pas jusqu'à l'art des *experts-écrivains*, qui ne soit aussi peu fondé que l'art calligraphique; des procès récemment jugés ont prouvé qu'il est rarement possible de s'assurer qu'un écrit ait été tracé par une personne qui le nie; et cependant les signatures des lettres-de-change, ou de commerce, et presque tout ce que la foi publique a de plus sacré, repose souvent sur les conjectures de cet art d'une incertaine divination!

Nous ne parlerons ici que des inventions récentes qui ont été faites dans le but d'enseigner à écrire, soit promptement, soit avec élégance.

M. *Verdet*, dont les talens sont généralement estimés et l'instruction étendue, a composé les exemples qui servent à l'enseignement dans les *écoles mutuelles*, d'après les principes que la commission nommée par la Société de Paris, a adoptés il y a quelques années.

M. *Déjernon* a imaginé des appareils qui maintiennent les doigts et les guident, pour exercer la main à la flexibilité que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'écriture exige : les enfans se servent utilement de cette méthode.

M. *Leroy* a contribué efficacement aux progrès des ses élèves, par une invention ingénieuse. Il place le papier sur lequel est tracé l'*exemple* à imiter, sous une feuille de corne transparente et dépolie : la main s'attache à faire suivre le bec de la plume sur les lettres, en le passant sur tous les traits qu'on voit à travers cette feuille. L'encre contient un peu de sucre, et sèche difficilement; dès que la feuille de corne est couverte d'écriture, on enlève les traits avec un peu d'eau, et l'on recommence la même opération. L'économie du papier n'est pas le moindre avantage de ce procédé.

M. *Bernardet*, par une méthode qu'il a importée d'Amérique et modifiée avec adresse, enseigne à écrire en douze ou quinze leçons : dans cette courte durée, il donne à la main la plus malhabile une jolie écriture cursive-anglaise, moins remarquable par sa correcte régularité que parce qu'elle expédie très vite et fort élégamment. Dès la troisième leçon, l'écriture de son élève se trouve changée au point de n'être plus reconnaissable; elle semble due à une autre main. Il ne fait pas plier les doigts pour former les caractères; la plume ne tourne pas pour tracer les *pleins* et les *déliés;* et l'on sent que de semblables concessions aux résistances de la nature, hâtent les succès et donnent de la célérité à l'exécution. Ce qu'il y a de singulier, c'est que les deux premières leçons se réduisent à exercer l'élève à faire une suite de *m*, à jambes excessivement écartées, mais sous une pente régulière. Un pli fait en diagonale à la feuille de papier détermine cette pente : on resserre de plus en plus, à mesure qu'on descend dans la page, l'espace dans lequel se trouvent compris le même nombre de jambages; on arrive bientôt à faire ces *m* régulières en pente, en hauteurs et en distances mutuelles. Le reste de la méthode est aussi simple; et dès la sixième leçon, l'élève peut jeter des traits de queue et de tête aux lettres qu'il forme, avec une hardiesse qui l'étonne lui-même. Le travail d'exercice entre deux leçons se réduit à peu de chose, et il est surprenant de voir que trente heures environ

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffisent pour dénaturer l'écriture habituelle, et en faire acquérir une autre très expéditive et assez gracieuse. Plusieurs autres maîtres d'écriture ont adopté à peu près le même mode d'enseignement, qui paraît très répandu en Angleterre.

Je terminerai en disant un mot d'une invention fort commode pour écrire sans voir les traits qu'on forme, due à M. *Julien Leroy*, qui l'a nommé *nyctographe*. (*V.* le Bulletin de la Société d'encouragement, 1817, pag. 276.) C'est un pupitre sur lequel est retenue la feuille de papier qui doit recevoir l'écriture. Un fil de métal est disposé transversalement et appliqué sur ce papier, selon la direction des lignes qu'on veut tracer, et le petit doigt glissant le long de ce fil, dirige et conserve la main dans la situation qui lui est nécessaire. Arrivé au bout de la ligne, un mouvement de cremaillère fait monter un peu la feuille, et l'on recommence une autre ligne en suivant le même fil de métal, qui ne correspond plus au même lieu, mais se trouve un peu plus bas sur la feuille, laissant un petit espace sans écriture entre la ligne qu'on a tracée et le fil de métal. De la sorte on peut écrire une autre ligne exactement parallèle à la première, puis une troisième, et ainsi de suite. Deux tringles parallèles retiennent la feuille et servent à indiquer le commencement et la fin des lignes. Cet appareil est utile aux aveugles et aux personnes qui veulent écrire la nuit sans lumière.

On trouvera dans les Bulletins de la Société d'encouragement (1822, p. 190), la description d'un appareil de M. *Obrion*, pour pouvoir écrire deux ou trois lettres à la fois. Enfin, au mot Ammotrace nous avons expliqué un moyen de remplir le même but. La presse à copier, décrite au mot Copier, imaginée par M. Scheibler, est très utile pour cet objet, auquel on a d'ailleurs appliqué la presse hydraulique. (*V.* le Bulletin de la Société d'encouragement de 1817.) Fr.

ÉCROU (*Technologie*). C'est un morceau de matière solide, ordinairement en métal, quelquefois en bois dur, dans lequel on a pratiqué un trou cylindrique dont la surface intérieure est sillonnée d'une creusure en hélice qui commence à un des bords de ce trou et se termine à l'autre bord opposé du trou.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette creusure est destinée à recevoir les pas en relief d'une Vis. Ainsi, il est indispensable que le trait héliçoïdal de l'écrou corresponde parfaitement avec les pas de la *vis*, qui remplissant exactement tous les vides. Au mot Vis, on indiquera la manière de faire les *vis* et les *écrous* sur les métaux et sur le bois.

L.

ÉCROUIR (*Technologie*). C'est l'action par laquelle on durcit au marteau et à froid un métal qui n'est pas susceptible, comme l'acier, de se durcir par la trempe. Dans plusieurs Arts, mais particulièrement dans l'horlogerie, toutes les pièces de laiton sont durcies par l'*écrouissage*. L'ouvrier frappe chaque pièce à petits coups et long-temps sur un tas très bien uni avec la panne du marteau, pour l'étendre et l'amincir; ensuite il l'aplanit avec la tête; mais lorsque la pièce a perdu sa ductilité avant d'être suffisamment amincie, il se garde bien de continuer à la frapper, il s'exposerait à la faire casser; alors, après avoir suspendu son travail, il lui rend sa ductilité en la faisant rougir au feu. Après cela il la bat de nouveau et à très petits coups, jusqu'à ce qu'il l'a rendue aussi mince et aussi grande qu'il la veut avoir. Cette pièce a acquis alors la dureté convenable.

L.

ÉCU. *V.* Monnaie.

Fr.

ÉCUANTEUR. Terme de charronnage, par lequel on désigne le creux que présente le dehors d'une roue de voiture. (*V.* Chariot et Roue de voiture.)

E. M.

ÉCULON (*Technologie*). C'est le nom que le Blanchisseur de Cire donne à une machine ou vase de cuivre profond, à deux becs et garni de deux poignées. Il s'en sert pour emplir les planches à pains de cire. (*V.* T. V, pages 309 et 312.)

L.

ÉCUMOIRE (*Technologie*). C'est une espèce de pelle, ordinairement ronde, en tôle mince, en fer-blanc, en cuivre étamé ou en argent, légèrement concave, percée d'une multitude de trous, avec un long manche, dont on se sert pour enlever l'écume et les autres substances qu'on veut rejeter qui s'élèvent à la surface des matières qu'on met en fusion et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on clarifie, ou de dessus celles qu'on fait cuire ou qu'on fait bouillir. Les Fondeurs ont aussi leur *écumoire ;* ils s'en servent pour écarter la crasse de la surface des métaux fondus, avant d'en verser dans les moules. Cette cuillère est percée de plusieurs trous, qui laissent passer le métal fondu et retiennent les scories, que l'ouvrier jette dans un coin du fourneau. (*V.* Fondeur en Sable.) L.

ÉCURAGE (*Technologie*). C'est, en général, l'opération par laquelle on enlève de dessus la surface d'un vase les saletés qui s'y sont attachées pendant une opération précédente, afin de le rendre propre pour un travail subséquent. Selon la nature du vase et celle des substances qui l'ont sali, on emploie des acides affaiblis, des lessives, du sablon ou du grès en poudre, et par le frottement on obtient avec facilité l'écurage qu'on désire.

Les doreurs sur métaux *écurent* la surface d'une pièce qu'ils veulent dorer, en la frottant avec du grès, jusqu'à ce qu'ils aient ôté entièrement le poli.

Les *pareurs* de draps *écurent* les chardons, c'est-à-dire qu'ils enlèvent, avec un instrument qu'ils appellent *curette*, la bourre-lanisse qui s'y est attachée en lainant. L.

ÉCURIE (*Architecture*). Partie d'un bâtiment à rez-de-chaussée qui sert à loger les chevaux. Le sol doit être en pente et pavé pour donner écoulement aux urines. Le long du mur règnent la *mangeoire* et le *râtelier*. La mangeoire est une auge en bois, en pierre ou en plâtre, sorte de canal d'environ 15 pouces de profondeur et de 1 pied de largeur, fermé par les deux bouts; le bord supérieur de la *devanture* est élevé de 3 pieds et demi au-dessus du sol. C'est dans ce canal qu'on met l'avoine et le son que le cheval doit manger; aussi faut-il que les planches en soient jointes exactement, et que l'assemblage ne laisse aucune fente par où le grain puisse passer. Quelquefois on garnit le bord de la devanture de feuilles de tôle, pour empêcher que l'animal ne morde le bois et ne le ronge. Quand l'auge est un peu longue, on la soutient par des pieux ou des Consoles qu'on espace de manière qu'ils ne se trouvent pas placés devant le cheval, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pourrait s'y blesser les genoux. Des RACINAUX placés sur les pieux supportent la mangeoire. C'est à la devanture qu'on scelle les anneaux de fer; il est bon qu'il y en ait trois pour chaque cheval, savoir deux pour attacher ou passer les longes des licous et le troisième pour y lier les barres qui séparent les chevaux, à moins qu'on n'y fasse des cloisons en planche. Du reste, ces anneaux sont quelquefois remplacés par des trous pratiqués à travers la devanture.

Le *râtelier* est une grille en bois, à barreaux parallèles assez écartés pour que la bouche du cheval puisse y passer (environ 4 pouces), pour en tirer le foin qu'on y jette : ces fuseaux, arrondis à la PLANE, sont longs d'environ 30 pouces, et assemblés par les deux bouts dans des chevrons longitudinaux de 4 pouces, qui suivent la long du mur la direction de la mangeoire. Ce grillage élevé à 2 pieds au-dessus de la mangeoire, forme un plan incliné dont la base règne près de la muraille, et dont le haut en est un peu plus écarté, et soutenu par des tirans de fer horizontaux fixés dans la muraille. Quelquefois le râtelier est en plan vertical parallèle au mur, et fonce en bas par un grillage horizontal, qui permet à la poussière du foin de tomber dans la mangeoire.

Il faut environ 4 pieds de largeur au moins pour la place d'un cheval. Les séparations se font, comme on l'a dit, avec des cloisons ou des barres, pour que les animaux ne se blessent pas en se battant. Les *barres* sont des perches d'environ 10 à 12 pieds, qu'on suspend horizontalement, par un bout à la mangeoire; et par l'autre, soit à une corde qui tient au plafond, soit à un poteau fixé dans le sol, et muni d'un crochet pour recevoir un cordon. La barre est percée, à chaque bout, d'un trou où passe cette corde de suspension. On proportionne tellement la longueur de ces cordons que la barre réponde à 4 pouces environ au-dessus des jarrets du cheval et de son avant-bras, pour que l'animal ne puisse pas s'embarrer. Le poteau a plusieurs crochets pour y suspendre une bride, un bridon, etc., lorsque cela est nécessaire; il est rond, uni, élevé de 4 pieds, outre 2 pieds et demi de scellement dans le sol.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On compte qu'il faut environ 12 pieds de longueur pour la place d'un cheval; il faut réserver en arc un espace derrière l'animal pour le passage des palefreniers et pour placer le coffre à l'avoine, ainsi qu'une armoire et des planches pour recevoir les instrumens destinés à panser les chevaux, tels que l'Étrille, l'Époussette, les Brosses, etc. On a coutume de sceller dans le mur des boulons de bois pour y suspendre les harnais.

Proche des grandes écuries, on ménage ordinairement un logement pour les hommes de service, et même dans l'enceinte on réserve un espace pour un lit, afin qu'un postillon puisse y coucher, et veiller à ce qu'il n'arrive aucun accident; mais ces détails sont étrangers à notre objet. Fr.

ÉCUSSON, ÉCUSSONNOIR (*Agriculture*). Un écusson est un lambeau d'écorce, garni d'un œil qu'on enlève à une branche d'arbre, pour l'enter sur un autre, à l'écorce duquel on a fait une fente pour y introduire l'écusson. *V.* Greffe. On incise en forme de T l'écorce de la branche du sujet qu'on veut greffer, savoir en long dans le sens des fibres et transversalement; on soulève légèrement l'écorce en mettant le bois à nu, ce qui est facile dans le temps de la sève, et l'on insère dans cette plaie un écusson enlevé à la branche d'arbre dont on veut propager l'espèce: on lie ensuite le tout pour refermer exactement la plaie, et mettre en contact intime les libers des deux individus. La soudure se fait bientôt entre les deux écorces; l'œil enté se développe, pousse des jets, qui sont de même espèce que l'arbre d'où l'écusson a été tiré.

Pour que la greffe en écusson réussisse, il faut observer avec soin plusieurs précautions: 1° choisir un sujet vigoureux et bien en sève, et faire l'incision sur la pousse de l'année, si le bois en est assez formé; 2° il faut faire choix d'un écusson dont l'écorce ne soit pas malade, et dont l'œil soit bien formé, mais sans être trop développé; 3° faire la fente du T dans le trajet de la sève et surtout au-dessous d'un œil poussant; 4° laisser peu de bois à l'écusson; 5° ne point énerver l'œil en le vidant; 6° préférer la laine pour faire les ligatures et desserrer le lien lorsque la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

greffe est prise, pour éviter l'engorgement des fluides; 7° abriter la greffe contre les ardeurs du soleil en l'entourant de mousse ou d'un morceau de papier; 8° arroser le sujet s'il y a sécheresse, etc.

Pour faire choix d'un écusson, on prend une branche robuste; on enlève l'œil qu'on veut greffer, avec une lame bien tranchante, car il faut éviter d'écorcher soit l'écusson, soit le sujet. Cet œil est ordinairement garni d'une feuille qu'on coupe en ne laissant qu'un peu de son pétiole pour pouvoir manier aisément l'écusson et opérer plus aisément l'insertion; ce pétiole se détache bientôt de lui-même et tombe flétri et desséché; le lambeau d'écorce doit être un peu alongé pour multiplier les points de contact.

Du reste, il faut que le sujet et la greffe appartiennent à des espèces analogues (du même genre). *V.* Greffe. Si l'opération se fait en juin, on enlève au sujet toutes ses feuilles et ses rameaux, en ne laissant aux individus robustes que quelques brins pour amuser la sève, dont la trop grande abondance pourrait nuire à l'opération. Ces branches seront supprimées plus tard, lorsque l'œil sera bien poussé et que leur existence sera devenue nuisible en s'emparant d'une partie des sucs nutritifs. On dit alors que la greffe est *à œil poussant;* elle est *à œil dormant* quand on la pratique en août ou plus tard; l'œil ne se développe qu'au printemps suivant: il faut, dans ce dernier cas, laisser au sujet tous ses rameaux. Comme les jeunes pousses de l'année ont peu de temps pour se fortifier, les greffes à œil dormant sont plus propres à résister aux rigueurs de l'hiver et aux vents du premier printemps qui souvent les arrachent de leur tige. D'ailleurs, lorsque les greffes à œil dormant ont manqué, la tige n'est pas déshonorée par la suppression d'une grande partie de ses rameaux, et l'on répare ce mal l'année suivante.

L'*écussonnoir* ou *greffoir* est un petit couteau dont le manche est terminé par une pièce d'or ou d'ivoire qui est courte et plate (CD, fig. 9, Pl. VII, *des Arts Physiques*), pour soulever l'écorce du sujet, et dont la lame fort tranchante et aiguë AB est cour-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bée en arrière, comme celle d'un sabre, pour faire aisément les incisions. Et comme la pièce d'ivoire CD doit être un peu coupante, on la protège ordinairement en le faisant rentrer dans le manche, lorsqu'elle n'est pas en usage. Voici le mécanisme le plus ordinaire : la lame AB peut être logée dans la rainure du manche en la fermant comme un couteau ; la base porte deux *mantonnets* ou *doigts a* et *b*, qui peuvent entrer dans des fossettes pratiquées à la tige d'acier IK, mobile selon sa longueur. On voit qu'en fermant la lame AB, les doigts *a* et *b* s'engagent tour à tour dans les fossettes *a'* et *b*, et tirent la pièce IK, en la faisant glisser dans la rainure du manche. Cette espèce de crémaillère tient la pièce CD, qui se meut avec elle, rentre dans le manche lorsqu'on ferme l'écussonnoir, et en ressort lorsqu'on l'ouvre. F.

ÉDOSSER ou DOSSOYER (*Technologie*). En terme de Parcheminier, c'est l'action par laquelle il exprime l'eau du côté de la chair. L.

ÉDREDON ou ÉDERDON (*Technologie*). Duvet que l'on tire d'un canard de mer appelé *eider*. Ces oiseaux font leurs nids dans les rochers les plus escarpés au bord de la mer. La femelle pond cinq œufs qu'elle dépose entre les plumes qu'elle s'arrache de la poitrine. Les habitans du pays ne parviennent à ces nids qu'avec beaucoup de risque ; ils y descendent sur des cordes, et ramassent les plumes dont ces oiseaux se dépouillent tous les ans. Ces plumes sont ce duvet précieux connu sous le nom d'*éderdon*, par corruption d'*eider-duck*, oie à duvet ; on en fait des matelas, des couvre-pieds et des doublures. On le préfère à toute autre sorte de plumes pour faire des lits, parce qu'il se renfle beaucoup, et qu'il est fort léger et très chaud. L.

ÉDULCORATION. En Chimie, *édulcorer*, c'est étendre d'eau un liquide qui contient des substances actives, pour en diminuer l'énergie.

En Pharmacie, on se sert aussi de ce terme pour désigner l'adoucissement qu'on procure à des médicamens, au moyen du sucre. R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EFFÉLURES (*Technologie*) C'est le nom qu'on donne aux rognures de peau blanche dont on fait de la colle. L.

EFFERVESCENCE (*Arts chimiques*). On désigne par ce mot l'espèce de bouillonnement qui se produit au moment de la combinaison mutuelle de certains corps, par le développement subit de gaz ou de fluides aériformes.

Les gaz acides carbonique et hydrosulfurique, le gaz hydrogène, sont ceux qui donnent lieu aux effervescences les plus vives.

Le premier, lorsqu'il est dégagé des carbonates par les acides, ou qu'il se dégage spontanément des cuves en fermentation; le second, lorsqu'au moyen des acides il est dégagé des sulfures ou des hydrosulfates; le troisième, lorsque les métaux, et notamment le fer et le zinc, en se dissolvant dans les acides sulfurique et hydrochlorique, occasionnent son dégagement.

En général, les acides susceptibles de reprendre l'état gazeux produisent, au moment où ils sont mis en liberté, une effervescence plus ou moins sensible; tels sont, indépendamment de ceux dont on a parlé, les acides qui constituent les hydrochlorates, les nitrates, les fluates, etc. L.

EFFET UTILE ET JOURNALIER DANS LES MACHINES. *V.* Machines. L.

EFFEUILLAISON (*Agriculture*). On effeuille un arbre pour favoriser la maturation des fruits, en les exposant au soleil. Comme les végétaux se nourrissent aussi bien par les feuilles que par les racines, cette opération est en général nuisible; on ne la permet donc que dans certaines circonstances, telles que celle qui vient d'être citée. On effeuille encore la vigne, dont la grande force de végétation s'épuise par des productions surabondantes, etc. Fr.

EFFILOCHEUR (*Technologie*). Outil du papetier, cylindre armé de lames de fer qui n'ont qu'une cannelure et un fort talon à leur face extérieure, dont les intervalles sont très larges; il sert pour effilocher, c'est-à-dire pour détruire la toile et le tissu des chiffons, et le réduire aux élémens du fil. L.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EFFILOQUEUR (*Technologie*). C'est le nom de l'ouvrier qui *effiloche*, c'est-à-dire qui se sert de l'outil que nous avons décrit au mot EFFILOCHEUR. L.

EFFLANQUER (*Technologie*). C'est un terme d'horlogerie dont on se sert pour exprimer l'action de l'ouvrier qui passe entre les ailes d'un pignon une lime en forme de couteau, qu'on appelle LIME A EFFLANQUER. Cette opération a lieu pour donner aux faces de ces ailes la figure convenable, et pour rendre le pignon plus vide, c'est-à-dire pour diminuer l'épaisseur des ailes. On dit qu'*un pignon est trop efflanqué*, lorsque les ailes sont trop minces ou trop maigres, ce qui arrive lorsqu'on a employé une lime à efflanquer trop épaisse. Le plus grand défaut, c'est lorsqu'elles sont trop minces par le bout; elles doivent être, au contraire, minces par le pied, et d'une épaisseur suffisante par le haut, afin de présenter un joli arrondissage. (*V.* PIGNON.) L.

EFFLEURAGE, EFFLEURER (*Technologie*). Terme de chamoiserie. C'est l'action par laquelle on détache, avec le couteau à effleurer, du côté de la peau où était le poil, toutes les parties de sa surface ou de l'épiderme, qui empêchent qu'elle ne soit douce et moelleuse. Cette façon se donne sur le chevalet, lorsque la peau a été planée et lavée. (*V.* CHAMOISEUR.) L.

EFFLEUROIR (*Technologie*). Terme de PARCHEMINIER. C'est une peau d'agneau avec laquelle on essuie le blanc qu'on avait répandu sur le parchemin. L.

EFFLORESCENCE (*Arts chimiques*). C'est le phénomène que présentent plusieurs corps solides, lorsque leur surface se recouvre d'une matière pulvérulente. On donne encore ce nom à la formation de petites aiguilles légères qui sont produites à la surface de certains corps par la capillarité.

Les cristaux de sels, notamment à base de soude, et ceux qui renferment beaucoup d'eau de cristallisation, en cèdent une portion à l'air sec qui les environne. La partie qui est privée d'eau perd en même temps sa transparence, et se con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vertit en une matière blanche pulvérulente : on dit que ces sels sont efflorescens.

Il n'est point rare de voir, à la surface des murs imprégnés de substances alcalines et exposés à l'humidité, comme ceux de caves, de granges, de celliers, de lieux d'aisance, etc., des cristaux blancs d'une finesse extrême ; tantôt c'est du sous-carbonate de soude, tantôt du nitrate de potasse. Ce dernier, à cause de la facilité avec laquelle on le recueille au moyen d'un balai ou d'un houssoir, a été nommé *salpêtre de houssage*.

Un grand nombre de pyrites ferrugineuses, par suite de l'altération qu'elles éprouvent au double contact de l'air et de l'eau, se recouvrent à leur surface d'une espèce de poussière ou de fleurs salines grisâtres d'une saveur styptique qui rappelle celle de l'encre ; on les nomme *pyrites efflorescentes*. (*V.* PYRITE.) On profite, dans les Arts, de cette altération des pyrites que l'on accélère, pour la fabrication du vitriol de fer. (*V.* VITRIOL, VITRIOLISATION, SULFATE DE FER.)

On doit rattacher aussi au phénomène de l'efflorescence, l'altération plus lente que certaines roches et certaines pierres dures sont susceptibles d'éprouver. Parmi les premières on distingue, 1°. celles de la Tolfa, d'où résulte la formation d'une quantité de nitre qu'on exploite avec avantage ; 2°. celles de feldspath, qui, en perdant l'alcali qu'elles contiennent, fournissent le kaolin, si utile pour la fabrication de la porcelaine. (*V.* KAOLIN, PORCELAINE.)

Parmi les pierres de taille ou à bâtir, il en est beaucoup qui s'altèrent plus ou moins promptement, les unes par l'action combinée de l'humidité et d'une faible gelée, les autres par le seul effet d'une gelée très forte. On a donné à ces pierres, qui doivent être rejetées pour les constructions importantes et surtout monumentales, le nom de *pierres gelives* ou *gélisses*. (*V.* PIERRE GELISSE.)

L.

ÉGALISSAGE, ÉGALIR (*Technologie*). Ces mots sont principalement employés par les horlogers, pour désigner deux opérations qu'ils sont obligés de faire dans la confection d'une montre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1°. *Égalir une roue*, c'est en rendre les dents égales entre elles, de même que les vides qui les séparent. Cette opération s'appelle *égalissage d'une roue*. Au mot DENTURES (*Finisseur de*), T. VI, page 441, nous avons indiqué comment se fait cet *égalissage*.

2°. *Égalir une fusée au ressort*, c'est mettre tous les points de l'hélice qui couvre toute la surface de la fusée, dans un tel rapport avec le ressort contenu dans le barillet, que ce ressort ne tire pas avec une force plus grande dans un point que dans un autre. Pour cela, après avoir placé le barillet et la fusée dans la cage, seuls et sans aucune autre roue, mais après avoir goupillé la cage, on accroche le bout de la chaîne au barillet, on tend le ressort suffisamment pour que la chaîne s'y enroule dessus; on accroche l'autre bout de la chaîne à la fusée, et l'on ne tend le ressort que d'une quantité suffisante pour que la chaîne ne se détache pas. Cela fait, on place un LEVIER sur le carré de la fusée, et l'on enveloppe la chaîne sur la fusée, en faisant tourner le levier jusqu'à ce que le GARDE-CHAÎNE arrête. Alors on éloigne le poids du levier jusqu'à ce qu'il se trouve en équilibre avec la force du ressort ainsi tendu, lorsque le levier se trouve dans une position à peu près horizontale. On fait tourner le levier, avec la main, sans changer la position du mouvement, et on lui fait faire un tour en arrière; on voit si dans cette nouvelle position le ressort est plus fort ou plus faible, et l'on descend ainsi jusqu'au dernier tour, où la chaîne s'enroule sur un diamètre plus grand. Ordinairement la force va toujours en décroissant; alors on donne demi-tour, trois quarts de tour, ou un tour entier de bande au ressort, et l'on ne donne jamais plus. On essaie dans ces différentes positions celle qui présente le moins d'inégalité, et l'on s'arrête là.

Comme on a eu soin, avant de mettre le barillet dans la cage, de faire une petite entaille sur le bord du pivot de l'arbre de barillet, opposé à son carré, cette entaille sert de repère : on marque avec un foret, sur la platine, un point profond vis-à-vis l'entaille, ce qui fait reconnaître l'endroit où l'on devra

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toujours s'arrêter lorsqu'on bandera le ressort. Après cette opération préliminaire, on essaie de nouveau, en plaçant le poids au point où le ressort tire le moins, et l'on enfonce le pas de l'hélice avec une lime qui ne mord que sur son épaisseur, et qu'on nomme *lime à égalir les fusées*, jusqu'à ce que sur tous les points la force du ressort est la même. Cette opération est longue; elle demande beaucoup d'habitude, mais elle est indispensable pour qu'une montre marche régulièrement. L.

EGOUT (*Architecture*). Pour construire un égout, il faut d'abord pratiquer une tranchée dans la terre, jusqu'à la profondeur où l'on veut que les eaux descendent; puis niveler le fond pour que les eaux y aient un écoulement, depuis leur entrée jusqu'à leur sortie. Quoiqu'il soit bien préférable de daller ou paver ce conduit, en y ménageant des *caniveaux* pour former le ruisseau; cependant on se dispense quelquefois de ce soin, et on laisse couler l'eau sur le sol même, sauf à le paver un jour, lorsque cela sera devenu nécessaire par le ravinement des eaux. On construit en de certains lieux des puits, pour que les immondices puissent descendre dans l'égout, et pour pouvoir faire les réparations: enfin, on élève des murs et l'on voûte pour soutenir les terres. (*V.* Aqueduc.) La hauteur qu'on donne à cette voûte doit être d'environ 6 pieds; cependant, il arrive souvent qu'on la fait beaucoup moindre pour ménager les frais.

La conduite des eaux d'égouts, les soins journaliers qu'exige leur entretien, la discipline des ouvriers qui en sont chargés, sont des choses d'une grande importance. M. Parent a publié un ouvrage très intéressant sur cette matière, pour les égouts de la ville de Paris. Nous y renvoyons pour plus amples détails.

On donne, en Architecture, le nom d'*égouts* aux dernières tuiles ou ardoises qui sont au bas d'un comble, saillent au-delà de la corniche, et vont jeter les eaux pluviales en avant du mur. Il y a des égouts *simples*, c'est-à-dire de deux tuiles superposées; mais quelquefois on met trois et même quatre rangs de tuiles. Fr.

ÉGRAPPOIR (*Agriculture*). Instrument dont on se sert

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour ôter les grappes et les séparer des grains de raisin, dans la fabrication du vin. Le plus ordinairement c'est un petit râteau muni de dents longues et un peu serrées, qu'on tient à la main. Lorsque la vendange arrive à la cuve, on la verse sur un cadre de bois ou un filet en bois à larges mailles, placé au-dessus de la cuve; des hommes dont chaque main est armée d'un égrappoir, peignent les raisins, et les grappes se détachent des grains. On enlève ainsi, outre les grappes, dont l'âpreté pourrait donner un goût désagréable au vin, ou nuire à la fermentation, les grains qui, n'étant pas assez mûrs, tiennent plus fortement à la grappe. Ces rebuts, mis avec de l'eau dans des tonneaux, font une piquette; on foule ensuite les grains détachés dont on veut faire le vin.

On se sert aussi d'un tamis en fil de fer, dont les mailles ont 6 à 8 lignes; on le fait aller vivement, sur deux morceaux de bois, au-dessus de la cuve, et les grappes se séparent des grains mûrs. On trouvera, dans le Dictionnaire d'Agriculture, au mot *Égrappoir*, la description d'une machine de M. de Lignières, qui sert à la fois à égrapper et à écraser la vendange.

FR

ÉGRATIGNOIR (*Technologie*). C'est le nom que donne le PASSEMENTIER à un fer à découper dont il se sert dans la confection de ses ouvrages.

L.

ÉGRISAGE (*Technologie*). Dans le langage du marbrier, c'est une opération qui précède le polissage du marbre, et qui consiste à faire disparaître les trous que le ciseau et la scie ont laissés sur la surface du marbre. On l'effectue en frottant le marbre avec un morceau de grès, ou bien avec des molettes sous lesquelles on met du grès pilé et de l'eau.

L.

ÉGRISÉE, ÉGRISER, ÉGRISOIR (*Technologie*). Ce sont des termes dont se sert le diamantaire. Les LAPIDAIRES donnent le nom d'*égrisée* à la poudre de diamans noirs, dont on se sert pour user les bords des autres diamans, et pour faire disparaître les inégalités de leurs surfaces.

Égriser, c'est frotter l'un contre l'autre deux diamans montés chacun sur un bâton destiné à cet objet, pour les ébaucher et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

former les facettes qu'on veut leur donner. C'est la seule manière de les tailler, car rien ne ronge le diamant que lui-même.

L'*égrisoir* est une double boîte qui renferme la poudre de diamant, et au-dessus de l'une desquelles on frotte ces pierres précieuses, cimentées au bout des bâtons l'une contre l'autre, pour en enlever le superflu, qui tombe dans la boîte ou l'*égrisoir*.

L.

ÉGRUGEOIR (*Technologie*). C'est un instrument qui ressemble à un banc, avec une espèce de râteau à l'une de ses extrémités ; il sert à peigner le bout du chanvre femelle, pour faire tomber le chenevis avec ses enveloppes. L.

ÉLAGUEUR, ÉLAGAGE (*Agriculture*). On élague les arbres avec un instrument tranchant en acier, qu'à raison de sa forme on nomme *croissant*, et qui est garni d'une douille pour recevoir un long manche de bois léger. On peut ainsi tondre les arbres, et atteindre leurs branches de loin. Si les arbres ont une trop grande élévation, on est souvent obligé de se servir de grandes ÉCHELLES montées sur des roulettes, qu'on transporte où il est besoin.

L'élagage ayant pour objet de supprimer des branches et des feuilles, qui sont des organes nécessaires à la nutrition du végétal, c'est une opération nuisible, qu'on ne fait que pour en recueillir quelques avantages. C'est ainsi qu'on élague les arbres des allées de jardins, pour donner aux promenades plus d'agrément, et se ménager des points de vue dans la campagne. Sous ce rapport, l'art de l'*élagueur* n'est pas sans difficulté, et exige de la force, du goût et de l'habitude. On élague aussi les arbres dont on veut élever la tige, ou ceux des routes dont les branches inférieures empêcheraient la circulation de l'air, et s'opposeraient au passage du voyageur ; ou enfin, pour faire du bois à brûler ou des échalas, etc. C'est vers l'automne, ou la fin de l'été, qu'il convient de préférence de faire cette opération ; et il faut avoir soin de recouvrir de terre mouillée et de bouse de vaches les plaies d'une trop grande étendue, pour remédier au mal produit par la suppres-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion d'un membre aussi considérable. Au reste, il est des arbres, tels que le pommier, le noyer, le prunier, etc., qui craignent beaucoup la serpe, et qu'on doit ménager, si l'on ne veut pas risquer de les perdre. Souvent les eaux pluviales, en s'introduisant dans les plaies des arbres, en pourrissent le cœur, et le végétal éprouve une mort prématurée. Fr.

ÉLAÏNE (*Arts chimiques*) (ἔλαιον, *huile*), reconnue pour la première fois par M. Chevreul, pour un des principes immédiats qui constituent les graisses, les huiles grasses, le beurre, etc.

Substance incolore, presque inodore, sans saveur, sans odeur, sans action sur les couleurs bleues végétales; liquide jusqu'à 3 à 4 degrés +0, température au-dessous de laquelle elle se fige; insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool bouillant, qui en retient une quantité d'autant plus grande qu'il est plus rectifié; soluble aussi dans l'éther sulfurique.

Exposée à la température de 100° avec le double de son poids d'eau, et le quart de son poids de potasse ou de soude caustiques, l'élaïne se saponifie et se convertit en acides oléique et margarique, et en principe doux de Schéele. Ces acides restent combinés à la potasse, avec laquelle ils forment des oléates et des margarates.

Pour obtenir l'élaïne, on traite la graisse dont on veut l'extraire, par 7 à 8 fois son poids d'alcool bouillant, d'une densité de 0,791 à 798, jusqu'à ce qu'elle soit entièrement dissoute. Par le refroidissement de la dissolution, la stéarine se dépose, tandis que l'élaïne se rassemble en une couche semblable à de l'huile d'olive, à la surface de la dissolution réduite par l'évaporation au huitième de son volume. L'élaïne, exposée ensuite à une température voisine de celle où elle peut se congeler, laisse déposer peu à peu la stéarine qu'elle aurait pu retenir.

M. Braconnot a indiqué depuis, pour la séparation des principes immédiats des corps gras, un autre procédé qui consiste à les soumettre à la presse dans du papier non collé, après avoir été exposés à une température assez basse pour donner de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la consistance à la stéarine. Dans cette opération, l'élaïne est absorbée par le papier, et la stéarine ne l'est pas; on traite le papier par l'alcool bouillant, pour en séparer l'élaïne, et on le fait évaporer. L....R.

ÉLASTICITÉ (*Arts physiques*). Propriété dont jouissent les corps qu'on a comprimés de se rétablir dans leur état primitif, quand la compression cesse. Lorsqu'on pose une bille sphérique sur un plan parfaitement poli, la figure géométrique de ces deux surfaces ne leur permet de se toucher qu'en un seul point; mais si on laisse tomber la bille d'une certaine hauteur, on la voit rebondir en s'écartant du plan après l'avoir pressé. La bille s'est comprimée sous le choc aussi bien que le plan; leurs surfaces ont changé de forme, et le contact s'est fait suivant une aire plus ou moins étendue, selon la force de projection. C'est ce qu'on reconnaît bien facilement en recouvrant le plan d'une légère couche d'huile; le contact laisse des traces dont la surface est très aisée à apprécier. Puisque la pression du choc a changé la figure des deux corps, et qu'ensuite ces corps ont repris leur forme, il est clair que les molécules ont éprouvé un déplacement, et se sont aussitôt rétablies à leur situation primitive. La force de compression a développé du dedans au dehors une force de restitution égale, qui a repoussé les molécules où elles étaient d'abord, et contraint les deux corps à se servir d'appui mutuellement pour se repousser.

Les physiciens expliquent la force de l'élasticité en admettant que les molécules des corps sont à des distances imperceptibles les unes des autres, et maintenues dans cet état par deux forces contraires, le calorique interposé entre elles qui fait effort pour les écarter, et l'attraction qui tend à les rapprocher. Lorsque la première de ces forces est prépondérante, les parties matérielles sont écartées, et l'attraction vaincue ne semble plus exister; si au contraire l'attraction l'emporte, les molécules se rapprochent par les points où cette puissance a le plus d'action, et le calorique est coërcé ou chassé en partie; enfin, si les deux forces sont dans un juste équilibre, les parties conservent une indépendance qui leur permet toute espèce de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvement sans qu'il en coûte presque aucun effort. Telle est donc la cause des trois États des corps, la fluidité gazeuse, la solidité et la liquidité. Dans les fluides aériformes, l'expansion en tout sens ne cesse que lorsqu'un obstacle vient s'opposer; et la force avec laquelle l'obstacle résiste, ou celle de la pression que le gaz exerce sur lui, est la mesure de la *tension du gaz*: ici l'élasticité est parfaite, parce que c'est le calorique même qu'on comprime et qu'on chasse, et le gaz reprend les mêmes dimensions et la même tension, sous l'empire des mêmes forces, dans tous les temps et tous les lieux, pourvu qu'on restitue le calorique qui avait été dégagé. Les liquides, au contraire, ne peuvent être comprimés que par des puissances énormes (*V.* Eau), ce qui a fait nier très long-temps la compressibilité et l'élasticité de ces substances.

Mais ce sont surtout les corps solides qu'il importe de considérer ici, puisque les fluides aériformes et les liquides font le sujet d'un examen spécial. Lorsqu'on comprime un tel corps, on change la position relative des molécules; ces parties ne se présentent plus les pôles où l'attraction est la plus forte; celle-ci est diminuée, et l'équilibre existe entre trois forces, l'attraction, la compression et la répression du calorique, qui maintiennent les particules à distance dans un nouvel ordre. Mais dès que la compression cesse, la lutte n'existe plus qu'entre les deux autres forces, et l'attraction ramène les pôles où l'action est la plus favorable dans leur position primitive : l'Équilibre est stable dans cet état, et le corps y revient de lui-même.

Cependant si la compression a tellement changé les relations des particules qu'elles aient été écartées au-delà de certaines limites, il se crée un équilibre stable dans d'autres situations; le corps a changé de forme, et son élasticité paraît détruite : c'est que cette force, quoique toujours active, ne s'est pas exercée sur des élémens dans la même situation. Lorsqu'on pose un œuf sur un plan horizontal, l'équilibre peut subsister quand le grand ou le petit axe est vertical; mais dans le premier cas, le plus léger écart ramène cet axe à devenir horizontal, en renversant le corps pour l'amener à avoir le petit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

axe vertical. Cette comparaison doit faire concevoir la notion que nous venons de donner du changement de figure des corps solides, et cela d'autant mieux que l'élasticité se produit par une succession très rapide d'oscillations, autour de l'état d'équilibre, comme le retour de l'œuf à l'équilibre stable. C'est ce qu'on voit dans une cloche ou une corde tendue qu'on fait vibrer; toutes les parties sont dans un mouvement très sensible au tact et à l'œil; à mesure que ces mouvemens paraissent s'éteindre, le son qu'ils produisent s'affaiblit, et l'on peut remarquer que les excursions se font autour de l'état de repos où le corps ne tarde pas à revenir. Mais un choc trop fort brise le corps, en écartant les molécules au-delà de l'espace où elles peuvent s'attirer et se retenir en conservant la forme primitive; de là naît un nouvel état d'équilibre.

On connaît maintenant pourquoi, en écrouissant un métal, on accroît sa densité, et l'on développe de la chaleur; les molécules sont assez rapprochées par le choc pour chasser une partie du calorique qui les sépare. La réduction des métaux ductiles en lames, en fils, tient à la même cause. La trempe de l'acier consiste aussi à donner aux parties matérielles une situation forcée, parce que le froid dont on les a frappées subitement quand elles étaient dans un état voisin de la liquidité, ne permet pas aux molécules de reprendre leurs positions primitives; elles acquièrent donc une nouvelle espèce d'existence mutuelle. Les larmes bataviques, qui éclatent en mille débris lorsqu'on laisse l'air pénétrer dans l'intérieur, les Tam-tams qu'on trempe et rend sonores par des opérations contraires à celles qui donnent à l'acier la même propriété (*V.* Bronze, Trempe, Acier, Recuit); tous ces effets tiennent à la cause qui vient d'être exposée.

Nous sommes loin d'avoir analysé tous les cas où l'élasticité est employée dans les Arts; car il n'est peut-être aucune circonstance où cette force ne soit mise en jeu : *tous les corps de la nature sont élastiques*, quoique au premier abord il ne semble pas que cela soit ainsi; mais chacun a son degré passé lequel l'élasticité est vaincue, et où les molécules adoptent un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouvel état d'équilibre différent du premier. Le verre est une substance bien fragile, et cependant on fait vibrer des vases de cette substance, ce qui en atteste la grande élasticité : d'ailleurs on sait la réduire en fils si fins qu'on en forme des aigrettes flottantes, dont la flexibilité surprend la première fois qu'on en est témoin. Le plomb, l'étain, sont élastiques, mais dans des limites de flexions fort resserrées. Et si les liquides paraissent privés de cette propriété, c'est que par leur nature on ne peut les comprimer que par une FORCE VIVE, et que la pression étant toujours très faible, la réaction l'est aussi.

Quant aux gaz, leur élasticité s'exerce dans toutes les circonstances de pression et de température. La loi de Mariotte, qui consiste en ce que le volume d'un gaz renfermé dans une enveloppe flexible varie en raison inverse de la pression; et celle de M. Gay-Lussac, par laquelle le changement d'un degré centigrade dans la température, fait varier son volume des $\frac{3}{800}$ de ce qu'il est à la glace fondante; ces deux lois, dis-je, suffisent pour évaluer les tensions des gaz de toute nature, dans des circonstances données de pressions et de température. On exprime ces effets par l'équation suivante, dans laquelle p et p' sont les pressions auxquelles un gaz est successivement soumis, pressions mesurées par la colonne de mercure du baromètre; t et t' les températures correspondantes, et v et v' les volumes :

$$pv\,(800+3t') = p'v'\,(800+3t).$$

Par exemple, si le baromètre est à 768 *mm*, le thermomètre à 22°, et que 15 litres d'air soient enfermés dans une enveloppe flexible; pour trouver le volume occupé par cet air quand le baromètre sera à 750 *mm* et le thermomètre à 8°, on aura

$$750\,v\,(800+3.22) = 768.15\,(800+3.8)$$

ou $750.866.v = 768.15.824$, d'où l'on tire $v = 14,42$ litres; le volume a donc diminué, par ce changement de circonstances, de 0,58 litre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est surtout l'alongement ou la torsion des fils de métal, qu'il importe de mesurer dans les Arts ; comme la DILATATION de ces corps par la chaleur a fait le sujet d'un article spécial, il est inutile d'y revenir ici. Bornons-nous à ce qui se rapporte aux forces de pression. L'expérience montre que si l est la longueur d'un fil, il éprouve la variation x sous l'effort d'un poids p; savoir $x = \frac{\alpha p}{l}$ α étant une constante qui dépend du diamètre et de la nature du fil. Et quant à la force F avec laquelle un fil tordu tend à revenir à sa première position, ou celle qu'il faut développer pour le tordre de l'angle θ, on a trouvé que si le diamètre est d, on a $F = Cd^4\theta$, C étant une constante. (*V.* TORSION.) FR.

ÉLECTRICITÉ (*Arts physiques*). Cette branche de la Physique est d'une telle étendue, et la multitude des détails dans lesquels il faudrait entrer pour l'exposer convenablement exigerait de si grands développemens, qu'on ne doit pas s'attendre à trouver ici un traité complet d'électricité. Nous nous bornerons aux généralités nécessaires pour faire concevoir, pour expliquer les effets et pour diriger l'artiste et le fabricant dans leurs entreprises; et nous indiquerons l'emploi des machines et des instrumens propres à mettre en jeu l'électricité, afin de guider les constructeurs dans le mode d'exécution qu'ils doivent adopter. Nous renverrons pour le reste aux divers articles de ce Dictionnaire où chaque sujet spécial a été traité, et aux ouvrages de Physique de MM. Biot, Despretz, Haüy, etc. *V.* GALVANISME, DIAGOMÈTRE, PISTOLET DE VOLTA, BRIQUET D'HYDROGÈNE, EUDIOMÈTRE, etc.

Les phénomènes d'électricité les plus simples consistent dans des attractions et des répulsions qu'on voit s'exercer en quelques circonstances, lorsqu'on a frotté certains corps. On est d'abord conduit à admettre que ces effets sont dus à la présence d'un fluide invisible, sans poids, d'une ténuité telle qu'il circule dans les corps avec une prodigieuse rapidité, etc. Mais ce fluide n'est pas ordinairement sensible; il faut que le frottement l'ait mis en évidence, comme si, engagé dans les molécules de la sur-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

face des corps, il avait besoin d'une friction pour en sortir. Et même alors il y a des substances où il se meut avec tant de facilité qu'il y rentre subitement, et que sa présence semble ne pas exciter. Lorsqu'on frotte un tube de verre ou un bâton de résine avec du drap, ou une peau de chat garnie de son poil, on le voit agir à distance sur les corps légers qu'on lui présente, qui se précipitent à sa surface. Un tube de métal ne produirait pas le même effet. Cependant, si au lieu de tenir celui-ci, on l'attache à un bâton de verre ou de résine bien secs, et qu'on tienne ce support à la main pour exercer la friction sur le métal, les phénomènes d'attraction se manifestent de même.

C'est ainsi qu'on reconnaît qu'il faut diviser tous les corps de la nature en deux classes : les uns qui sont *conducteurs*, et transmettent librement l'électricité ; les autres, qui sont *isolans* ou *non conducteurs*, qui résistent à son passage. Les auteurs nomment quelquefois ceux-ci *idio-électriques*, et les premiers *anélectriques*. L'air et les gaz secs, la cire, le suif, le verre, la résine, la gomme laque, la soie, etc., sont isolans ; les liquides, les métaux, la vapeur d'eau, etc., sont conducteurs. Tous les corps de la nature participent en divers degrés à ces propriétés, c'est-à-dire qu'ils isolent plus ou moins bien, ou qu'ils conduisent l'électricité avec des facilités diverses, sans qu'on puisse considérer aucune substance comme *parfaitement* isolante ou conductrice dans l'acception rigoureuse de ce mot.

Pour bien comprendre tout ce qui se rapporte à la théorie qui nous occupe, nous dirons, avec Dufay, que les physiciens ont remarqué que les effets observés, dus à la présence de l'électricité, peuvent s'expliquer en admettant qu'*il existe deux espèces de fluides électriques doués de la propriété de s'attirer l'un l'autre et de se combiner ensemble.* Dans cet état ces fluides sont comme détruits, c'est-à-dire qu'ils n'accusent plus leur présence par aucun phénomène : mais dès qu'ils sont séparés, ou plutôt décomposés, l'attraction de l'un sur l'autre s'exerce puissamment. Il faut encore accorder à ces fluides cette autre propriété que *les molécules d'une même espèce de fluide se repoussent mutuellement*, à la manière du calorique : mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette action, soit répulsive, soit attractive, ne se montre que lorsque les fluides sont séparés.

Quelque difficulté qu'on ait à concevoir l'existence de ces deux substances dont la ténuité passe l'imagination, qu'on ne peut ni peser ni coërcer, il faut pourtant admettre la loi qu'on vient d'énoncer, parce qu'elle rend exactement raison de tous les phénomènes, qu'elle les lie entre eux, soulage la mémoire, permet de prévoir ce qui arrivera dans des circonstances données, et qu'enfin tout se passe dans la nature comme si ces deux fluides ainsi doués existaient réellement. Admettons qu'on vienne à reconnaître que les choses ne sont point telles qu'on vient de les supposer; les faits observés étant vrais, on pourrait encore regarder la loi énoncée comme un moyen de les lier entre eux et de soulager la mémoire.

Il a fallu dénommer ces deux fluides; on a appelé l'un *vitré*, l'autre *résineux*, à cause des substances où le frottement les développe le plus ordinairement. Franklin, conduit à une autre théorie par des idées particulières, nommait le premier de ces fluides *positif*, l'autre *négatif*, et ces dénominations sont aussi adoptées par les physiciens.

L'expérience prouve encore que la friction de deux corps développe en eux des électricités différentes, en sorte que si ces corps sont isolés pour empêcher la dissipation du fluide, on trouve constamment que l'un possède de l'électricité vitrée et l'autre de l'électricité résineuse. C'est ce qu'on reconnaît en comparant les effets produits par la présence de ces deux corps, car l'un attire l'autre.

Pour bien concevoir ce jeu d'attractions et de répulsions, il importe de citer ici une expérience très simple. Suspendez une boule très légère C, telle que de la moelle de sureau, à un cordon de soie; qu'elle soit électrisée, ou dans l'état naturel, cas où les deux électricités se *dissimulent*, la boule restera en repos, parce que l'air la presse également de toutes parts, et que l'électricité répandue sur elle exerce des actions égales en tous sens à celles de l'air même; l'air sec étant isolant, ainsi que la soie de suspension, s'oppose à la sortie du fluide. Mais si une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seconde boule D est électrisée de la même manière que C, les deux fluides se repousseront et viendront s'accumuler dans les régions opposées *m* et *n*; dans cet état la pression de l'air sera encore la même partout, mais, combattue vers *m* et *n* par une force supérieure à celle qui agit en *o* et *p* entre les boules, l'état des choses ne pourra rester tel : celles-ci s'écarteront donc, se repousseront. Ce n'est pas la matière même des boules qui exerce cette répulsion; c'est la pression de l'air qui se trouve devenir plus grande entre ces boules, et qui l'emporte sur celle qui s'exerce au dehors en *m* et *n*. Et si les deux boules étaient pourvues d'électricités différentes, il y aurait attraction par une raison semblable.

Voici donc un moyen très simple de juger si un corps est électrisé et de quelle espèce de fluide il est pourvu : c'est de le mettre en présence d'une boule de sureau fort légère, dans laquelle on aura mis de l'électricité d'une nature connue. S'il y a attraction, les électricités sont différentes; si la boule est repoussée, elles sont de même sorte.

Il n'est pas même nécessaire de donner de l'électricité à la boule, si l'on ne veut que juger de l'existence de l'électricité dans un corps, sans chercher à connaître son espèce. Car tous les corps de la nature sont pourvus des deux électricités à l'état combiné où elles se dissimulent : la boule de sureau en contient donc aussi. Dès que vous en approchez un corps électrisé, la force d'attraction sur le fluide de nom différent, celle de répulsion sur le fluide de même nom répandus l'un et l'autre dans la boule, s'exerçant à la fois, le fluide naturel de la boule se trouve décomposé; l'une des électricités est repoussée, l'autre est au contraire attirée, c'est-à-dire que l'une se porte sur l'hémisphère éloigné, l'autre sur l'hémisphère voisin, et il y a nécessairement attraction par ces deux causes. Si le corps électrisé vient à toucher la boule, il lui communiquera une partie du fluide qu'il contient, et celle-ci deviendra électrisée par le fluide de même nom : l'attraction sera donc de suite changée en répulsion. Mais rien dans cette expérience n'indique quelle était l'espèce de fluide dont le corps était chargé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le phénomène que nous venons de décrire est ce qu'on appelle *l'électricité par influence*, qui consiste en ce qu'un corps électrisé ne peut se trouver en présence d'un autre, sans décomposer son fluide naturel, et par conséquent sans l'électriser lui-même, en sorte qu'il devient à son tour capable de manifester les propriétés électriques d'attraction et de répulsion. Mettez plusieurs corps conducteurs successifs séparés AB, CD, EF, etc., fig. 2, isolés sur des supports de verre; si vous approchez du premier en A un corps électrisé, à l'instant tous ces corps s'électrisent; car l'électricité naturelle de AB sera décomposée, et si l'électricité vitrée se porte en A, la résineuse ira en B; cette dernière attirera en C la vitrée du corps CD, et repoussera en D la résineuse, laquelle attirera en E la vitrée du corps EF, et ainsi de suite.

Il est inutile de dire que *dans un corps électrisé le fluide se porte en entier à la surface*, puisque ses particules se repoussent mutuellement. Là, le fluide y forme une courbe infiniment mince, mais qui pourtant est d'autant plus épaisse que la charge électrique est plus forte. En même temps l'action répulsive du fluide croît et peut finir par rompre l'effort opposé par la résistance de l'air. On voit alors le fluide s'élancer sous forme d'aigrette ou d'étincelle. Cet effort, exercé par le fluide électrique pour s'échapper, ou, si l'on veut, l'épaisseur de la couche dont le corps est couvert, est ce qu'on nomme la *tension électrique*. Cette couche varie avec les points de la surface, si le corps n'est pas sphérique, car elle dépend de la répulsion des molécules fluides qui croît avec leur nombre, et de la forme du corps sur lequel elles sont répandues. L'expérience et le calcul prouvent même que dans un cylindre terminé par deux hémisphères, tels que l'un des corps de la fig. 1, presque toute l'électricité se porte aux deux bouts, c'est vers ces points que l'action électrique est la plus intense; et si vous alongez beaucoup le corps, vous accroîtrez cette force d'accumulation, en sorte que si le corps a la forme d'un stylet, toute l'électricité dont vous essayez de le charger se porte à la pointe, et acquiert de suite une tension telle, qu'elle se dis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sipe dans l'air. On ne peut charger d'électricité un corps qui porte un stylet aigu : c'est en cela que consiste le *pouvoir des pointes*.

On doit à Coulomb une série d'expériences sur la faculté de déperdition de l'électricité par l'air et par les supports en un temps donné. On sent, en effet, que l'air étant toujours plus ou moins chargé de vapeur aqueuse, est en partie conducteur ; les supports sont dans le même cas. Ce sont les causes qui permettent si aisément au fluide électrique de se dissiper, et même qui s'opposent à ce que, dans de certains temps de l'année, on puisse tenter aucune expérience de ce genre, parce que le fluide s'échappe sans cesse de nos appareils.

Le même savant a mesuré l'intensité répulsive ou attractive du fluide électrique, et a trouvé que *cette action s'exerce en raison inverse du carré de la distance*. Un corps électrisé qu'on approche deux fois plus, agit avec une force quatre fois plus grande. C'est avec sa *balance* que Coulomb a démontré ces théorèmes; nous décrirons bientôt cet ingénieux instrument, si utile pour mesurer les petites forces. On conçoit, d'après cela, pourquoi les deux boules électrisées de la fig. 1 se repoussent d'autant plus qu'elles sont plus chargées de fluides semblables ; et pourquoi, ce fluide se dissipant avec le temps, on voit les boules se rapprocher peu à peu.

Une autre expérience très remarquable doit être citée. Si vous voulez accumuler de l'électricité dans un corps, il faut l'isoler ; mais le contact avec un corps électrisé n'y fera passer qu'une portion de fluide proportionnée à l'intensité de celle-ci et à la forme du système : mais vous pouvez accroître cette intensité à un degré très élevé, par un procédé très simple. Supposez que sur une vitre AB, on ait collé à chaque surface une lame d'étain CD ; en touchant CD avec un corps déjà électrisé, CD se chargera d'un peu d'électricité : mais mettez la lame de métal opposée en communication avec le sol, et la charge sera beaucoup plus forte sur CD, car vous aurez fourni au fluide de même nom, un chemin pour fuir. Ce fluide est chassé par influence; tant qu'il était présent, il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exerçait aussi sa répulsion, et s'opposait à l'arrivée du fluide sur CD; maintenant qu'il s'est écoulé dans le sol, c'est une puissance de moins à surmonter. D'un autre côté, le fluide de nom contraire y arrive attiré par influence sur sa face opposée: ces deux électricités différentes, disposées sur les deux lames de métal, agissent l'une sur l'autre à travers le verre non conducteur, et se retiennent mutuellement en présence; et comme il n'existe aucune communication de l'une de ces lames à l'autre, ces fluides restent séparés. Chaque dose d'électricité mise sur CD, appelle et retient une dose de fluide contraire sur la face opposée: ces fluides s'aident mutuellement à vaincre la répulsion propre à chaque fluide en particulier; et sans être proprement dissimulées, les électricités restent fixées l'une par l'autre et presque sans tension. Plus le verre est mince, plus la distance est petite entre les forces attractives, et plus aussi on peut accumuler d'électricité. Cependant la charge peut aller jusqu'à trouer la vitre, à travers laquelle l'action principale s'exerce; ou bien il arrive que vers les bords le fluide se porte avec force, et les électricités se recomposent en passant d'une surface à l'autre. Lorsqu'on établit la communication entre les deux surfaces du *carreau électrique*, c'est le nom donné à l'appareil dont il s'agit, la décharge se fait à l'instant, et une vive étincelle atteste le passage des fluides à travers le conducteur dirigé de l'une à l'autre. Cette expérience si importante est la même chose que celle de la *bouteille de Leyde*. (*V.* ci-après.)

Nous pouvons maintenant expliquer la construction et l'usage des instrumens qui sont employés dans les cabinets de Physique pour faire des expériences sur l'électricité.

1. *Isoloir*. C'est un tabouret dont les quatre pieds sont des bouteilles solides, ou de forts tubes de verre. Une personne montée sur cet isoloir peut être électrisée; si on la frotte, par exemple, avec une peau de chat, elle attire, par influence, les corps légers, repousse les corps suspendus déjà pourvus de lectricité résineuse. Lorsqu'on la touche, on en tire de petites étincelles; on voit ses cheveux se hérisser lorsqu'on approche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les mains de sa tête, parce que le fluide s'y porte par influence, et tend à s'y accumuler.

Il est bon d'enduire les pieds de gomme laque, pour que l'isolement soit plus complet ; cette substance laissant très difficilement passer le fluide électrique. L'emploi de la laque doit être recommandé dans tous les cas d'isolement dont il va être question.

II. *Disques isolés.* Un disque de verre ou de métal AB, A'B' (fig. 4), est soudé à un tube de verre qui passe par le centre. On tient ces tubes en M et M', et on les frotte l'un sur l'autre : on trouve que cette friction développe de l'électricité vitrée dans l'un, et de la résineuse dans l'autre. C'est le moyen dont on se sert pour reconnaître l'espèce d'une électricité dont est chargée une balle de sureau suspendue à un fil de soie, car l'un attire et l'autre repousse nécessairement cette balle.

III. *Hémisphères.* Ce sont deux calottes de carton recouvert d'une lame d'étain, ou d'une feuille de papier doré, pour les rendre conductrices; elles sont si exactement moulées sur la forme d'un corps S (fig. 5), qu'elles peuvent l'envelopper en le touchant de toutes parts; on doit les faire extrêmement minces. On y adapte deux manches MM en verre ou en gomme laque, pour pouvoir les manier sans conduire le fluide. Cet appareil sert à montrer que l'électricité se porte à la surface des corps : car après avoir électrisé ce système, de manière à présenter des signes non douteux de cet état, si l'on retire les hémisphères on trouve que le corps S qu'ils embrassaient n'a pas conservé la moindre trace d'électricité, et que le fluide est tout entier sur les hémisphères. Si, au contraire, vous avez chargé le corps S sans ses hémisphères, qu'ensuite vous l'embrassiez par ces deux calottes, et que de suite vous les retiriez, vous observerez précisément le même effet.

IV. *Pendule électrique.* Par un empatement lesté (fig. 6) est portée une tige verticale, recourbée en arc au sommet, où l'on suspend à une soie, ou à un fil très fin, une petite boule en moelle de sureau très légère. De faibles actions électriques suf-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fisent pour animer ce mobile, et rendre manifeste l'existence de ces forces.

V. *Balance de Torsion* ou *Electrique de Coulomb.* Un vase cylindrique en verre (fig. 7) posé sur un plateau, porte à sa surface une bande horizontale de papier, sur laquelle on a tracé des divisions égales. Comme il doit y avoir sur toute la circonférence 360 traits principaux également distants, pour représenter les 360 degrés du cercle, et en outre d'autres subdivisions pour marquer les fractions de degrés, il faut d'abord calculer la longueur totale de la bande ou du contour, d'après le diamètre du vase (*V.* Circonférence), puis diviser cette bande en 360 parties égales. Et si l'on n'a fait occuper à la bande qu'une partie du contour, ainsi qu'il arrive la plupart du temps, parce qu'un arc gradué de 45 à 60 degrés suffit aux expériences, et que la bande ôte la transparence du verre dans le lieu qu'elle occupe, et gêne l'observateur, alors il faut par un calcul préalable déterminer, d'après le diamètre, quelle doit être la longueur rectiligne de l'arc qu'on veut y marquer (*V.* Arc, Corde, Angle, Échelle). Rien n'est donc plus facile que de marquer ces divisions sur le papier, et de le coller ensuite à la paroi interne du vase. Le haut de la cloche est fermé par une tablette de bois, au centre de laquelle est une colonne verticale; dans l'axe est suspendu un fil métallique vertical, au bas duquel est fixée, à la hauteur de l'arc gradué, une aiguille horizontale très légère, en gomme laque, dont l'un des bouts porte un petit disque de métal, ou une boulette de moelle de sureau, qui est équilibrée à l'autre bout par un petit poids. Ce fil est attaché en haut du cylindre à un petit plan qu'on a garni d'un rebord, pour recevoir la corde terminale de la colonne: en sorte qu'en tournant le bouton, le plan tourne en même temps comme le couvercle sur une tabatière; et comme ce plan et le bout de la colonne sont divisés en 360 degrés, on peut y lire aisément de combien de degrés on a fait tourner le plan. Cet appareil se nomme *micromètre*.

La planchette qui ferme la cloche est percée d'un assez large trou pour y pouvoir faire passer une tige de verre ou de gomme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laque, terminée par un bouton de métal; cette tige reste suspendue verticalement, à l'aide d'une embâse au haut, laquelle est plus large que le trou. Si la boule a été électrisée, et que l'on ait amené le disque *b* de l'aiguille en contact, il y aura répulsion, et les deux corps électrisés et isolés, abrités de tout mouvement de la part de l'air extérieur, s'écarteront, ou plutôt la boulette de l'aiguille qui seule est mobile, s'écartera d'une quantité dépendante de la force répulsive, c'est-à-dire de l'intensité de la force électrique. Pour mesurer cette puissance, on tourne le bouton supérieur, ce qui force le fil de métal à se tordre parce que la répulsion s'oppose au rapprochement; et comme d'une part la force de torsion est proportionnelle à l'arc décrit par le plan tordant (*V.* ÉLASTICITÉ), que de l'autre on peut pousser cette torsion jusqu'à ramener le disque *b* de l'aiguille, tout près du contact avec le bouton *a*, ou bien à un degré déterminé, on peut apprécier aisément l'intensité de la force répulsive. Si, par exemple, la première répulsion a été déterminée par un arc de 36°, et si pour ramener l'aiguille sur le 18ᵉ degré, arc moitié moindre, on trouve qu'il faut tordre le fil du micromètre de 126 degrés, la force, qui était capable d'une répulsion à 36 degrés, l'est donc de 126 + 18, ou 144 degrés, lorsque l'arc de distance est moitié moindre; et comme 144 est 4 fois 36, on en conclut que la force de torsion, représentant cette répulsion, devient quadruple pour une distance réduite à moitié. C'est ainsi qu'on vérifie la loi énoncée de la raison inverse des carrés des distances. Au reste, comme la force agit suivant la ligne droite, et non dans le sens de l'arc, il faut recourir au calcul algébrique pour analyser complètement l'effet. (*V.* ma Mécanique, n° 97.)

Si l'on veut, on peut construire l'appareil dans une cage quadrangulaire, ce qui permet de lui donner jusqu'à 2 pieds ou 30 pouces de côté : mais alors la bande graduée étant disposée en ligne droite, ne porte plus des divisions égales, mais des grandeurs croissantes qui sont les TANGENTES des angles décrits.

Si l'appareil est privé de sa colonne, comme on le voit fig. 8, il constitue ce qu'on appelle l'*électroscope de Coulomb*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

instrument destiné à rendre patentes de fort petites quantités d'électricité, attendu que l'aiguille *sc* est suspendue à une soie, telle qu'on la tire du cocon, qui se laisse tordre avec la plus grande facilité. La tige qui portait la boule électrisée est alors remplacée par une boule fixe A, communiquant en B à l'extérieur par une petite pièce de métal, qui passe dans un trou fait à la cage.

VI. *Machine électrique.* Comme plus la surface frottée est étendue et plus il se développe d'électricité, toutes choses égales d'ailleurs, on a imaginé un appareil où la lame de verre soit très grande, et sur laquelle la friction se fasse aisément, sans avoir à craindre que le verre se brise. On varie beaucoup la forme de ces machines, et nous ne pouvons nous arrêter à exposer toutes ces modifications; voici un appareil qui fonctionne très bien, et qui est le plus généralement en usage.

Le plateau circulaire en glace FF (fig. 9) est traversé à son centre par une tige de bois solidement arrêtée, laquelle repose sur une colonne et prend un mouvement circulaire à l'aide d'une manivelle. La fig. 9 montre assez bien tous les détails de construction pour que nous regardions comme inutile de nous appesantir sur ce sujet. Deux autres colonnes F et F' sont destinées à porter les *frottoirs;* ce sont des coussinets en cuir, rembourrés de crin, qu'on recouvre d'un amalgame sec de mercure, d'étain et de zinc triturés ensemble à chaud; l'étain et le zinc à l'état de fusion, sont alliés au mercure amené à une température un peu au-dessous de 100 degrés : deux parties d'étain, quatre de zinc, et sept de mercure, paraissent être les proportions les plus favorables. On agite vivement le tout dans une boîte de bois, et, quand l'alliage est refroidi, on le pile dans un mortier pour le réduire en poudre. On étend ensuite cette poudre sur le cuir du coussinet.

Ces frottoirs doivent serrer modérément le plateau de verre, l'un sur une face, l'autre sur la face opposée, de manière à se regarder, et même à se toucher, si l'on enlevait le plateau. On met deux autres frottoirs à l'autre bout du même diamètre, pour rendre l'effet plus intense et répartir les forces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de friction avec une sorte d'égalité qui protège la glace contre les impulsions brusques. Ces frottoirs sont ajustés entre deux lames de bois verticales que portent les colonnes en haut, le plateau passant entre elles. Un arc BCB′ en cuivre est terminé en B et B′ par des griffes présentant leurs pointes tout près de la surface des plateaux; les pointes ayant le double pouvoir de dissiper l'électricité et de la soutirer, tout le fluide que la friction développe à la surface du verre passe dans l'arc de métal, qu'on nomme pour cela *excitateur;* de là, se distribuant à la surface des corps suivant une loi qui dépend de leur figure, elle va se porter dans le *conducteur,* qui tantôt est une boule et tantôt un cylindre, porté sur des colonnes de verre pour l'isoler; on a soin d'y pratiquer un trou, avec un pas de vis, pour y faire tenir un crochet, un anneau, ou tout autre ajustement approprié aux expériences qu'on a en vue. Le tout repose sur un plateau de bois très solide, pour résister aux mouvemens que la machine reçoit de la part de la manivelle. Il est bon de faire correspondre cette partie de l'appareil avec le sol par une chaîne de métal, pour que cette substance, éminemment conductrice, fasse rentrer dans le sol l'électricité résineuse provenue de la décomposition due au frottement, et permette en même temps un accès facile à l'électricité vitrée.

Lorsqu'une machine électrique est bien conditionnée, que le temps est sec, et qu'on a mis près du conducteur un réchaud desséchant, elle peut fournir des torrens d'électricité vitrée, qui se manifeste par des étincelles qu'on tire successivement du conducteur. Si l'on enfermait le tout dans une cage, en ne laissant sortir que la manivelle d'une part et le bout du conducteur de l'autre, il suffirait d'y mettre de la chaux ou du chlorure de calcium dans l'intérieur, pour que l'air y fût toujours sec, et que l'appareil fût toujours habile à produire ses effets.

On a fabriqué des machines propres à donner de l'électricité résineuse; mais celles-ci n'étant pas commodes, on les a abandonnées : d'ailleurs, les effets des deux électricités sont absolu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment les mêmes; et si à toute force on voulait de l'électricité résineuse, il suffirait de placer un conducteur isolé en présence de la machine qui donne l'électricité vitrée; car celle-ci attirerait une égale quantité de résineuse, qu'on pourrait facilement soutirer.

VI. *Excitateur.* C'est un arc de métal, qu'on fait ordinairement à charnière au milieu, pour en pouvoir rapprocher les extrémités; on le termine en boule (fig. 10). L'opérateur, en faisant communiquer ces boules avec deux corps chargés d'électricités différentes, recompose les fluides en un seul, et tire les plus fortes étincelles, sans qu'on ait à craindre l'explosion. On en fait même qui sont munis de deux manches isolés par des pièces de verre ou de gomme laque, pour mieux garantir le physicien de ces chocs, quelquefois très dangereux quand le fluide électrique est très condensé.

VIII. *Bouteille de Leyde.—Batteries électriques.* Imaginez une bouteille en verre ou un flacon ordinaire, dont la panse extérieure est recouverte par une feuille d'étain qu'on y a collée; l'intérieur est rempli de semblables feuilles qui y soit introduites (*V.* fig. 2); un crochet qui traverse le bouchon a l'une des extrémités *n* plongée dans l'intérieur, par laquelle elle communique au métal, et par l'autre va se terminer en boule *b*; cette tige prend le nom de *crochet*, parce qu'on est dans l'usage de le recourber en arc *m*. La feuille de métal extérieure ne monte pas jusqu'au haut du col, et, pour mieux ôter toute conductibilité, on enduit cette partie de gomme laque.

Lorsque, tenant la bouteille par sa panse, on présente le bouton au conducteur d'une machine électrique en action, on conçoit que chaque portion de fluide qui entre par le crochet dans l'intérieur, produit un double effet; 1° agissant à distance au travers de la paroi non conductrice du verre, le fluide décompose le fluide naturel de la main, retient le fluide résineux et force le fluide vitré à s'écouler dans le sol ou *réservoir commun*; 2° ce fluide intérieur est à son tour retenu par celui qui exerce aussi son action à distance: en sorte qu'il n'y a pas de tension électrique très sensible, et qu'on peut ainsi charger les deux surfaces interne et externe de la bouteille de grandes quantités

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de fluides. Dès qu'on fait communiquer la panse extérieure avec le bouton par un conducteur métallique, les deux fluides se rejoignent pour se recomposer, et une explosion d'autant plus forte que les quantités accumulées sont plus considérables, se produit à l'instant et se manifeste par une étincelle très brillante.

Cet effet est le même que celui des *carreaux électriques*, dont il a déjà été question pag. 513, fig. 3.

Les *batteries électriques* ne sont autre chose que plusieurs bouteilles de Leyde, dont on fait communiquer ensemble les *armures* extérieures, en les posant sur une tablette commune qui touche le sol par une chaîne de métal, et dont les armures intérieures communiquent entre elles par des tiges de laiton. (*V.* fig. 12.) Comme on sent que l'effet de la bouteille de Leyde est d'autant plus énergique que sa surface a plus d'étendue, des jarres à large panse forment par leur ensemble une vaste bouteille de Leyde capable d'explosions qui pourraient tuer ou blesser si l'on n'avait pas soin de bien gouverner les expériences. On range aussi les batteries comme on le voit fig. 13.

IX. *Tube lumineux.* On colle à la surface d'un tube de verre, ayant un gros calibre, de petites pièces d'étain laminé, formant par leur ordre de succession un dessin; ce sont des mailles séparées les unes des autres par de petits intervalles. Un crochet de métal est à un bout du tube, une chaîne à l'autre pour communiquer au sol. Lorsque dans l'obscurité on fait toucher le bouton à une machine électrique en action, l'électricité s'élance de proche en proche sur tous les petits fragmens d'étain, et à chaque intervalle produit une étincelle; car l'électricité peut être fort sensible aux organes des animaux ou aux instrumens, sans être visible; elle ne prend l'apparence lumineuse qu'aux *solutions de continuité*, et lorsqu'elle s'élance d'un point à un autre. Cette succession d'étincelles forme une rivière lumineuse qui suit les sinuosités qu'on a données au dessin. (*V.* la fig. 14.)

X. *Carillon électrique* (fig. 15). Deux timbres métalliques T T', sont suspendus par des chaînes de cuivre à une tige horizon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tale AB : un troisième T, au milieu, l'est par une soie et communique au sol par une chaîne; entre ces timbres sont placées de petites boules de cuivre, suspendues par des soies isolantes. Lorsqu'on fait arriver du fluide électrique dans la tige AB, il se répand dans les timbres T'T", qui attirent à eux les boules; dès que l'une de ces boules va toucher le timbre, elle se charge de fluide de même nom et est aussitôt repoussée; puis, aidée de son poids, elle redescend et va frapper le timbre T du milieu, lui abandonne son excès d'électricité qui s'écoule par la chaîne dans le sol et rentre dans l'état naturel; elle redescend par son poids, est de nouveau attirée par le timbre du bout, et ainsi de suite. Comme, à chaque contact, le timbre est choqué et résonne, le mouvement des petits pendules produit un carillon qui dure tant que l'électricité y arrive.

XI. *Électromètre.* Une demi-circonférence, divisée en degrés, est tracée sur une lame d'ivoire *ac;* cette lame est attachée à une tige TT : au centre, est un fil très fin qui supporte une petite boule de moelle de sureau très légère. Cet appareil se visse sur une machine ou une batterie électrique, dont on veut connaître la tension : le pendule se trouvant chargé de la même électricité que la tige et que le conducteur, est repoussé et l'arc de cercle indique l'intensité de cette force. Il ne faut pas oublier que cette action répulsive n'est pas mesurée par l'arc de cercle, puisqu'elle varie en raison inverse du carré de la distance : mais si cet instrument ne donne pas la mesure de la force, il suffit du moins pour permettre d'apprécier si l'intensité est grande ou petite, ce qui convient à beaucoup d'expériences.

XII. *Électroscopes.* Ce sont des instrumens qui manifestent de très petites charges électriques. Nous avons déjà parlé de celui de Coulomb, p. 517. En voici un autre qui est fort sensible. Dans une bouteille de verre qui s'oppose au mouvement de l'air extérieur est plongée une tige de métal qui entre par du bouchon et vient saillir au dehors, où elle se termine en bouton; fig. 17. A son extrémité intérieure sont suspendues deux lames de métal très minces ou deux brins de paille, ou etc. Un arc de cercle gradué dont le zéro est en bas, est tracé sur une bande

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de papier qu'on colle sur la paroi du vase. Lorsqu'on fait communiquer le bouton à un corps électrisé, le fluide se partage entre ces deux corps suivant de certaines proportions; le bouton conserve donc quelque portion de fluide, qui se répand dans les feuilles d'or ou les pailles; celles-ci, électrisées par un même fluide, éprouvent une répulsion; et l'arc qui mesure l'écartement, donne une idée de la quantité d'électricité du corps soumis à l'expérience. Le col de la bouteille est verni de gomme laque, pour rendre l'isolement parfait. Pour enlever le fluide et faire de nouveaux essais, on touche le bouton de l'électroscope, et les pailles reprennent leur parallélisme naturel.

En chargeant l'instrument d'une électricité connue, on s'en sert pour reconnaître quelle est l'espèce de fluide dont un autre corps est pourvu; car en l'approchant du bouton, si les pailles se rapprochent, c'est que leur fluide est attiré, et que par conséquent il est de nom différent; le contraire arrive si les pailles divergent davantage.

Cavallo faisait son électromètre de deux balles de moelle de sureau suspendues à des cheveux; le tout était enfermé dans une bouteille; les cheveux étaient attachés à une boule de cuivre qui sortait au-dessus du col de la bouteille. Lorsqu'on approche de cette boule un corps électrisé résineusement, en tenant le doigt appliqué sur la boule, et qu'on retire d'abord le doigt, puis le corps, l'électricité dont l'appareil est chargé est vitrée, parce que le fluide résineux l'y a attiré en le puisant dans le réservoir naturel. Si l'on approche tout autre corps électrisé, on jugera bientôt de la nature de l'électricité, en voyant si la répulsion augmente ou diminue; dans le premier cas la vitrée est attirée, dans le second elle est repoussée, ce qui atteste que le corps était résineux là et vitré ici.

XIII. *Électrophore.* On a un gâteau de résine dans une monture de bois qui l'entoure pour le consolider. Lorsqu'on a frotté sa surface avec une peau de chat, on y a développé de l'électricité, qui y demeure fixée par la propriété dont jouit la résine de ne pas être conductrice, en sorte que le fluide ne s'y meut qu'avec lenteur. *ag* est un plateau de cuivre au centre duquel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est attaché un tube *m* de verre, enduit de gomme laque pour isoler ce disque le mieux possible. Cet appareil constitue un électrophore, nom dérivé de la propriété dont il jouit de fournir presque indéfiniment du fluide électrique, ainsi qu'on va l'exposer. Lorsqu'on applique le plateau métallique sur le gâteau et qu'on pose le doigt sur quelque point du premier, en *g* par exemple, comme le fluide résineux du plateau *st* agit par influence sur tout ce qui l'approche, que d'un autre côté ce fluide résineux adhère assez fortement à la résine pour ne pas permettre qu'il s'échappe à travers le plateau, il est clair que l'électricité naturelle sera décomposée; le fluide vitré sera attiré dans le disque de métal et le résineux refoulé dans le réservoir commun; ainsi, quand on cesse de toucher ce disque, il demeure chargé de fluide vitré, lequel est comme neutralisé par la présence du fluide contraire. L'appareil pourrait rester long-temps dans cet état, puisque la tension électrique y est nulle, et que l'air humide n'aurait d'influence qu'à la longue.

Lorsqu'on retire le disque de métal, en le tenant par le bouton *m* de la tige isolante, il est donc chargé de fluide vitré; aussi en approchant le doigt peut-on tirer une étincelle. Qu'on pose de nouveau le disque sur le gâteau de résine, et qu'on touche en *g*, on chargera de nouveau le disque, parce que tout y est dans le même état que la première fois, le gâteau n'ayant perdu aucune partie de son fluide résineux. On voit donc qu'on pourra tirer une autre étincelle, après avoir soulevé le plateau par son bouton; et l'on tirera de la sorte une série indéfinie d'étincelles, toutes à peu près de même force, pourvu qu'on applique le disque, qu'on le touche, qu'on retire le doigt, et qu'on enlève ensuite le disque en le saisissant par la tige. Le gâteau ne perdra sa propriété qu'à la longue, peu à peu, parce que tant que le disque le touche, la tension est nulle et les fluides ne se dissipent pas.

Cet appareil est un des plus ingénieux qu'on ait imaginés et des plus utilement employés, parce qu'il offre une source presque perpétuelle d'électricité. Des mois entiers ne suffisent pas pour l'épuiser; l'air humide ne se place pas entre les surfaces en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contact, et ce n'est qu'après qu'on a enlevé le disque qu'il peut se faire quelque déperdition. Quand il y a contact, il est bien vrai que les deux fluides font effort pour se recomposer, et que la résistance de la résine, au déplacement du fluide résineux, n'est pas indéfinie; mais l'expérience prouve qu'il faut un très long temps pour épuiser cette action.

XIV. *Condensateur.* Cet instrument, imaginé par Volta, est destiné à accumuler de petites quantités de fluide électrique, de manière à former une charge qui le rende sensible. Sur un plateau de marbre (fig. 19) on applique un disque de métal, armé au centre d'une tige isolante. Supposons qu'on dépose dans ce disque une quantité à peine appréciable d'électricité résineuse: elle décomposera le fluide naturel du marbre, substance qui n'est parfaitement ni conductrice ni isolante; l'électricité vitrée sera attirée et neutralisée, la résineuse repoussée; mais la vitrée neutralisera à son tour le fluide du disque, qui deviendra sans tension. Un second contact pourra donc y introduire une nouvelle dose de fluide résineux, qui sera de même détruit par la présence du marbre, et ainsi de suite. On voit donc que le disque se chargera d'électricité résineuse, qui, à cause de la nature du marbre, sera dissimulée sans être combinée. Et il ne sera pas nécessaire d'opérer plusieurs contacts successifs pour obtenir des charges croissantes; un seul contact durant quelques momens de la faible source de fluide résineux avec le disque, chargera celui-ci avec toute l'intensité qu'on peut espérer de la nature de l'appareil. Et lorsqu'on enlève le disque, des signes manifestes d'électricité se font apercevoir, qu'on n'aurait pu reconnaître sans son secours.

XV. *Électromètre condensateur.* Volta a encore imaginé de combiner ensemble deux instrumens, déjà décrits, en un seul (fig. 20). La bouteille *hkou* est un électroscope à feuilles d'or (n° XII), surmontée d'un plateau de cuivre *cd*, qu'on nomme *collecteur*, parce qu'il va ramasser tout le fluide électrique qui sera mis en jeu. Au-dessus est un second disque: les deux surfaces de contact sont enduites d'une légère couche de vernis; un tube *mn* de verre sert à séparer les disques et à isoler le supé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieur lorsqu'il sera enlevé. La lanière métallique *nl* y communique de ce second disque au sol sans trop s'approcher du plateau collecteur *cd*. On fait communiquer celui-ci avec une faible source électrique par un globule *g*, dont il est pourvu en dessous, dont chaque portion est neutralisée par la décomposition qu'elle fait du fluide naturel répandu dans le disque supérieur; et ces doses croissantes d'électricité sont dissimulées l'une par l'autre, sans pouvoir percer les couches de vernis dont les surfaces de contact sont enduites. On n'observe jusqu'ici aucune trace d'électricité, puisque les deux fluides se neutralisent; aussi les deux feuilles d'or restent-elles immobiles et parallèles. Mais dès qu'on enlève le disque supérieur, l'électricité du plateau collecteur devient active, parce qu'elle n'est plus contrebalancée, et l'on voit les feuilles s'écarter sous les plus faibles doses de la source proposée.

Nous terminerons ici cette courte analyse des phénomènes les plus importans de l'univers, puisqu'ils paraissent présider à toutes les actions naturelles. Nous le répétons, c'est dans les Traités de Physique qu'on trouvera développées des théories que nous n'avons pu qu'indiquer ici, et sur lesquelles nous reviendrons d'ailleurs à l'article GALVANISME, et toutes les fois qu'il sera nécessaire pour les applications qu'il faudra en faire aux diverses branches de l'industrie. Nous n'avons eu spécialement en vue dans cet article que de donner des généralités, et de les appliquer à l'*art du constructeur d'instrumens de Physique*. FR.

ÉLECTROMÈTRE, ÉLECTROPHORE, ELECTROSCOPE. *V.* ÉLECTRICITÉ, où l'on trouvera ces instrumens décrits et figurés. FR.

ÉLÉMENS. Les Anciens considéraient comme substances simples, essentielles à la constitution de tous les êtres, le feu, l'air, l'eau et la terre; cette hypothèse évidemment erronée dans l'état de nos connaissances chimiques, correspond toutefois aux quatre états que nous avons observés dans l'agrégation des particules des corps: savoir, les *fluides élastiques* impondérables, les gaz, les liquides et les corps solides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De nos jours, les chimistes ont assigné le rang de corps simples à ceux dans lesquels il a été impossible de découvrir plusieurs substances. On conçoit que ces élémens, soumis déjà à une multitude d'essais, pourraient, cependant, avoir résisté à nos moyens d'analyse et être reconnus plus tard comme des corps composés. Voici dans l'état actuel de nos connaissances l'énumération des corps élémentaires. A l'article Équivalens *chimiques*, nous verrons que les lois et les proportions définies d'après lesquelles leur combinaison s'opère deux à deux, trois à trois, etc., ont donné à la science de la Chimie un grand degré de précision, et fourni aux applications de cette science, dans les Arts industriels, des données plus positives à l'aide desquelles on peut déterminer les proportions des mélanges et calculer les résultats de diverses opérations.

Le nombre des corps simples qui nous sont connus est de cinquante et un, non compris le radical de l'acide fluorique que l'on n'a point encore obtenu isolé. Les dix premiers dans la nomenclature ne sont pas de nature métallique; les quarante et un suivans sont des métaux.

Oxigène, hydrogène, bore, carbone, phosphore, soufre, sélénium, iode, chlore, azote, silicium, zirconium, thorinium, aluminium, yttrium, glucinium, magnésium, calcium, strontium, barium, lithium, sodium, potassium, manganèse, zinc, fer, étain, arsenic, chrôme, tungstène, colombium ou *tantale, antimoine, urane, cérium, cobalt, cadmium, titane, bismuth, cuivre, tellure, nickel, plomb, mercure, osmium, argent, rhodium, palladium, or, platine, iridium.*

On ne comprend pas dans cette nomenclature les fluides impondérables qui sont considérés comme les causes de la *chaleur*, de la *lumière*, de l'*électricité*, et du *magnétisme*; on doute encore s'ils sont des substances matérielles ou seulement des vibrations, des propriétés des corps. P.

ÉLINGUES. C'est le nom qu'on donne, dans la marine et sur les ports, à une forte corde à nœud coulant, avec laquelle on enveloppe les caisses, les tonneaux, les balles, les sacs, etc., pour en faire le chargement ou le déchargement. Il y a des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

élingues simples et doubles. Les premières consistent en une corde dont les bouts repliés et épissés (*V.* Épissures) forment des anneaux, dans l'un desquels passe l'autre bout de l'élingue, tandis que celui-ci va se fixer au crochet d'une grue, d'un palan, etc. Les élingues doubles ont la forme d'une corde sans fin, dont les deux bouts ont été réunis par une épissure longue. Les deux brins écartés l'un de l'autre et posés sous l'objet qu'on veut enlever, à droite et à gauche de son centre de gravité, les tiennent en équilibre. E. M.

ELLIPSE (*Arts mécaniques*). L'ellipse est une courbe fermée qui résulte de la section oblique d'un cône ou d'un cylindre à base circulaire. Une de ses principales propriétés est que si l'on mène d'un point quelconque M de cette courbe (*V.* Pl. 16, fig. 5), à deux points fixes FF′, dans son intérieur qu'on nomme *foyers*, deux droites MF et MF′, qu'on appelle *rayons vecteurs*, la somme de ces lignes sera constante. Cette propriété donne un moyen très simple de la tracer soit par points, soit par mouvement continu. Pour cela, il suffit de déterminer sur le grand axe AB, les deux foyers FF′, et de chacun de ces points fixes comme centres, avec des ouvertures de compas MF et MF′, variables, mais dont la somme est toujours la même, décrire des arcs de cercle dont les intersections successives marquent le lieu de la courbe; ou bien, prenant un fil flexible d'une longueur égale aux rayons vecteurs, dont les bouts façonnés en boucles sont assujettis à tourner autour de deux clous ou épingles plantés aux foyers, on trace l'ellipse avec un crayon placé en M, qui parcourt successivement tous les points de la courbe, en tenant toujours les rayons vecteurs également tendus. Ce procédé, qui n'exige ni instrument ni appareil, est suffisamment juste pour la pratique; aussi s'en sert-on habituellement.

Il existe des compas à ellipse d'une construction très simple mais avec lesquels on ne peut décrire que des ellipses d'une dimension bornée. Ils sont formés de deux coulisses rectangulaires *ab*, *cd*, fig. 6, dans lesquelles deux coulisseaux *mn*, assujettis avec des vis dans la fente d'une alidade *ef*, glissent librement. Pendant ce mouvement, un crayon placé en *f*, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une douille que porte l'alidade dans cet endroit, trace le contour de l'ellipse qui est d'autant plus ovale ou aplatie que les points *mn* sont plus distans l'un de l'autre. Les tailleurs de pierre, les menuisiers, les serruriers, etc., ont souvent besoin de savoir tracer des ellipses. Après les voûtes en plein ceintre, celles qui ont le plus de force, sont celles qui ont la forme d'une demi-ellipse, que le vulgaire appelle *anse de panier*. Les joints de chaque voussoir doivent être dirigés suivant les *normales* à cette courbe, c'est-à-dire perpendiculairement à la tangente au point où correspondent les joints. *V.* VOUTE (*).

(*) L'ellipse est rangée parmi les courbes du second degré, parce que l'équation qui la représente est du deuxième degré.

Cette équation se présente sous deux formes différentes, suivant qu'on prend l'origine des abscisses au centre C, ou au point A, limite de la courbe.

Supposons la ligne constante $F'MF = 2a$, la distance des deux foyers $F'F = 2c$; prenons pour origine des abscisses le point C, milieu de la ligne F'F, et faisons $CP = x$, $PM = y$.

Les triangles rectangles FPM, F'PM étant semblables, donnent, à cause de $FP = c - x$, de $F'P = c + x$, $MF = \sqrt{(c-x)^2 + y^2}$; $MF' = \sqrt{(c+x)^2 + y^2}$; et puisque par la nature de la courbe $MF + MF' = 2a$, somme des rayons vecteurs, il s'ensuit que

$$2a = \sqrt{(c-x)^2 + y^2} + \sqrt{(c+x)^2 + y^2}.$$

Faisant passer la première quantité radicale dans le premier membre, élevant ensuite les deux membres au carré et réduisant, il vient

$$a^2 + cx = a\sqrt{(c+x)^2 + y^2};$$

élevant encore au carré les deux membres de cette nouvelle équation et réduisant, on trouve

$$a^2y^2 + (a^2 - c^2)x^2 = a^4 - a^2c^2;$$

enfin, faisant $a^2 - c^2 = b^2$, on aura pour l'équation de la courbe $a^2y^2 + b^2x^2 = a^2b^2$ (1); d'où tirant la valeur de y, on aura.....

$$y = \pm \frac{b}{a}\sqrt{a^2 - x^2} \quad (2).$$

Cette valeur se trouve toujours réelle tant que x, positive ou négative, sera

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une des propriétés particulières à l'ellipse, et dont on tire le plus de parti dans les arts et en Physique, est que tous les rayons d'un corps lumineux, et toutes les vibrations d'un corps sonore, placé à l'un des foyers, sont exactement réfléchis vers l'autre. Une lumière, par exemple, placée au foyer F, serait entièrement réfléchie au foyer F′, parce qu'à tous les points de la courbe, comme au point M, l'angle d'incidence FM*q* est égal à l'angle de réflexion F′M*p*. C'est au moyen de réflecteurs-elliptiques ou paraboliques qu'on parvient à accumuler sur un même point, une très forte masse de lumière ou de chaleur. Les fours à reverbère doivent présenter cette circonstance que la grille du fourneau occupant l'un des foyers de l'ellipse, les matières à fondre doivent être placées, autant que possible, à l'autre foyer. E. M.

ELLIPSOÏDE. Corps engendré par la révolution de la moitié d'une ellipse autour d'un de ses axes. Les géographes et les savans prouvent par des calculs très probables, que la terre

---

plus petite que a; d'où il résulte que la courbe est fermée. On détermine les points où elle coupe les axes des coordonnées, en faisant successivement $x=0$, $y=0$, dans l'équation (1). La première supposition donne $y=\pm b$; c'est la valeur de CD ou CE. La deuxième supposition donne $x=\pm a$. C'est la valeur de CB ou de CA. Ainsi, la courbe passe par les points A, D, B, E. On a donc $AB=2a=F'MF$, c'est-à-dire que la somme des rayons vecteurs égale le grand axe de l'ellipse, et que le petit axe $DE=2b$. Pour que l'ellipse existe, il faut que $a>b$; car si $a=b$, on retrouve l'équation du cercle $a^2=y^2+x^2$; ce qui veut dire que les deux foyers se confondant au centre, ne donnent plus à la courbe la moindre excentricité.

Pour compter l'origine des abscisses du sommet A de l'ellipse, il faut dans l'équation précédente (2) faire $x=x'-a$, puisque $CP=AP-AC$; ainsi, après réduction faite, on aura pour l'équation de l'ellipse rapportée au sommet de cette courbe, $y^2=\frac{b^2}{a^2}(2ax'-x'^2)$.

La double ordonnée qui passe par l'un des foyers se nomme *paramètre*; si nous le désignons par p, l'abscisse correspondante sera égale à $\sqrt{a^2-b^2}$, et pour lors l'équation ci-dessus donnera $p=\frac{2b^2}{a}=\frac{2b\times 2b}{2a}$, c'est-à-dire que le paramètre est une troisième proportionnelle au grand et au petit axe de l'ellipse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est un ellipsoïde aplati vers ses pôles, c'est-à-dire que le petit axe serait dirigé d'un pôle à l'autre, et le grand axe dans le sens de l'équateur. E. M.

Additions.

Un de nos souscripteurs nous fait observer que le mot Décolorimètre, annoncé à l'article Charbon, a été omis à son rang. Nous réparerons cette omission dans le supplément qu'on trouvera à la fin du 8e volume, actuellement sous presse. P.

A l'article Ichyocolle, on trouvera un complément utile de l'article Colle de poisson, inséré dans le volume précédent. P.

Au moment où nous mettons cette feuille sous presse, M. Francœur annonce qu'il va donner une addition à l'article Ellipse. Nous la renverrons à la fin du volume suivant, pour ne pas retarder la publication de celui-ci.

FIN DU SEPTIÈME VOLUME

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires