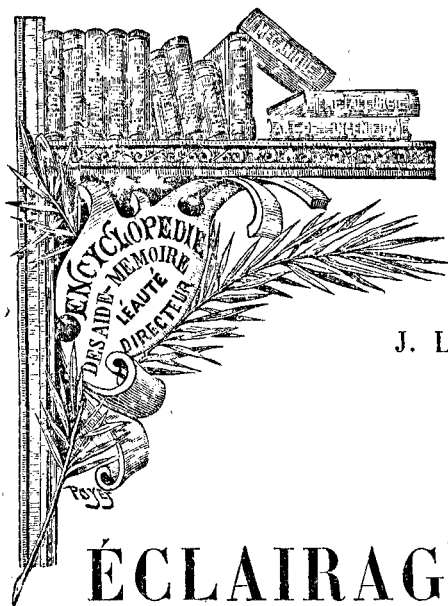


Section de l'Ingénieur



J. LEFÈVRE

ÉCLAIRAGE

ÉCLAIRAGE AUX GAZ, AUX HUILES,
AUX ACIDES GRAS

GAUTHIER-VILLARS ET FILS

MASSON ET C^{ie}

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

COLLABORATEURS

Section de l'Ingénieur

MM.	MM.	MM.
A laïn-Abadie.	Gossot (Comm ^t).	Minel (P.).
Alheilig	Gouilly.	Minet (A. d.).
Armengaud jeune.	Grimaux.	Moëssard (C ^t).
Arnaud.	Grouvelle (Jules).	Moissan.
Bassot (Colonel).	Guenez.	Moissenet.
Baume-Pluvinel(dela).	Guillaume (Ch.-Ed.).	Monnier.
Bérard (A.).	Guye (Ph.-A.).	Moreau (Aug.).
Bergeron (J.).	Guyou (Comm ^t).	Niewenglowski (G. H.).
Berthelot.	Hatt.	Naudin (Laurent).
Bertin.	Hébert.	Ouvrard.
Biglia.	Hennebert (C ^t).	Perrin.
Billy (Ed. de).	Hérisson.	Perrotin.
Bloch (Fr.).	Hospitalier (E.).	Picou (R.-V.).
Blondel.	Hubert (H.).	Poulet (J.).
Boire (Em.).	Hutin.	Prud'homme.
Boucheron (H.).	Jacométy.	Rateau.
Bourlet.	Jacquet (Louis).	Resal (J.).
Candlot.	Jean (Ferdinand).	Ricaud.
Caspari.	Launay (de).	Rocques (X.).
Charpy (G.).	Laurent (H.).	Rocques-Desvallées.
Clugnet.	Laurent (Th.).	Rouché.
Croneau.	Lavergne (Gérard).	Sarrau.
Damour.	Léauté (H.).	Sauvage.
Dariès.	Le Chatelier (H.).	Schlösing fils (Th.).
Defforges (Comm ^t).	Lecomte.	Schützenberger.
Delafond.	Leloutre.	Seguela.
Drzewiecki. }	Lenicque.	Seyrig (T.).
Dudebout.	Le Verrier.	Sidersky.
Duquesnay.	Lindet (L.).	Sinigaglia.
Durin.	Lippmann (G.).	Sorel (E.).
Dwelshauvers-Dery.	Lumière (A.).	Trillat.
Fabre (Ch.).	Lumière (L.).	Urbain.
Fourment.	Madamet (A.).	Vallier (Comm ^t).
Fribourg (Comm ^t).	Magnier de la Source.	Vermand.
Frouin.	Marchena (de).	Viaris (de).
Garnier.	Margerie.	Vivet (L.).
Gassaud.	Maignon.	Wallon (E.).
Jautier (Henri).	Meyer (Ernest).	Widmann.
Godard.	Michel-Lévy.	Witz (Aimé).

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE - MÉMOIRE

PUBLIÉE

SOUS LA DIRECTION DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

LEFÈVRE -- Éclairage, II

1

*Ce volume est une publication de l'Encyclopédie
scientifique des Aide-Mémoire ; F. Lafargue, ancien
élève de l'École Polytechnique, Secrétaire général,
169, boulevard Malesherbes, Paris.*

N° 179 A

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT.

L'ÉCLAIRAGE

ÉCLAIRAGE AUX GAZ, AUX HUILES
AUX ACIDES GRAS

PAR

JULIEN LEFÈVRE

Professeur à l'École des Sciences
et à l'École de médecine de Nantes

PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET FILS,

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

Quai des Grands-Angustins, 55

MASSON et C^{ie}, ÉDITEURS,

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain, 120

(Tous droits réservés)

*DU MÊME AUTEUR
ET DANS LA MÊME COLLECTION*

- I. La Spectroscopie.**
- II. La Spectrométrie.**
- III. L'Éclairage : Éclairage électrique.**
- IV. L'Éclairage : Éclairage aux gaz, aux huiles, aux acides gras, etc.**

PRÉFACE

L'art de l'éclairage répond certainement aujourd'hui à l'un des besoins les plus impérieux de l'homme, et nous pouvons à peine imaginer qu'il ait pu, pendant tant de siècles, se borner à des procédés extrêmement primitifs. Les anciens connaissaient déjà un certain nombre de substances combustibles, notamment l'huile, les graisses et le pétrole; cependant, on se contenta longtemps, pour l'éclairage privé, de torches en matières grasses ou résineuses, de lampes à huile rudimentaires et de chandelles, formées de joncs ou de roseaux recouverts de cire.

Quant à l'éclairage public, il n'existait pas : c'est seulement en 1558 que le Parlement fit placer dans les rues de Paris des falots ou pots de poix, bientôt remplacés par des lanternes contenant une chandelle. En 1667, le lieutenant de police La Reynie obligea les habitants à en-

trétenir des lanternes de ce genre, dont le nombre s'éleva bientôt à 6 500, brûlant par nuit 1 625 livres de chandelle. Ces lanternes furent avantageusement remplacées en 1765 par les réverbères à huile, inventés par Bourgeois de Chateaublanc.

En 1787, l'éclairage particulier reçut à son tour le premier perfectionnement sérieux par la découverte de la lampe à double courant d'air d'Argand. Enfin, en 1791, se produisirent les premières recherches de Philippe Lebon, qui le conduisirent, en 1801, à la découverte du gaz d'éclairage. Murdoch distilla également la houille en Angleterre en 1792, et son procédé fut appliqué, de 1798 à 1803, à l'éclairage des ateliers de Boulton, Watt et C^{ie}, à Soho, près de Birmingham. Ce nouveau système fut ensuite adopté pour l'éclairage public de Londres, en 1810, et essayé à Paris (1817-1820).

On sait quelle extension prit peu à peu l'éclairage au gaz, qui régna sans conteste jusqu'à l'apparition de la lumière électrique en 1878. Depuis cette époque, ce dernier système s'est perfectionné rapidement et l'on peut dire qu'aujourd'hui le gaz et l'électricité se partagent le domaine de l'éclairage. Cet Aide-Mémoire renferme tout ce qui est relatif au gaz, à sa

fabrication et à son mode d'emploi ; un autre est consacré à l'éclairage électrique. Il faut observer que, malgré les progrès de ces deux procédés, sous l'influence d'une concurrence réciproque, les anciennes méthodes n'ont pas complètement disparu, car elles s'appliquent mieux à certains cas spéciaux. En outre, un nouveau gaz, l'acétylène, a fait récemment son apparition et, quoique nouveau venu, semble devoir lutter avantageusement, au moins dans un certain nombre de circonstances, contre les sources de lumière plus anciennement employées.

Pour ne pas laisser notre sujet incomplet, nous avons cru devoir joindre à l'étude du gaz celle des autres procédés d'éclairage fondés également sur la combustion. Nous indiquerons, dans chaque cas, le mode d'extraction et les propriétés de la substance employée, puis les appareils qui servent à l'utiliser. Obligé de nous maintenir dans un cadre restreint, nous ne pouvions songer à décrire minutieusement tous les détails de fabrication, ni tous les appareils d'éclairage usités aujourd'hui ; nous nous sommes attaché à choisir ceux qui nous ont paru les plus intéressants ; nous avons tenu surtout à bien faire ressortir les principes essentiels de chaque système, à mettre en évidence ses dé-

fauts et ses avantages, et à faire connaître, autant qu'il nous a été possible, son prix de revient. La plus grande partie de l'ouvrage est naturellement consacrée au gaz de houille.

L'acétylène étant encore peu connu, nous avons cru devoir lui réserver un chapitre particulier, beaucoup plus développé que les articles traitant des autres gaz spéciaux.

CHAPITRE PREMIER

PRINCIPE DES DIVERS SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE

1. Éclairage par combustion. — Lorsque les corps sont portés à une température suffisamment élevée, ils deviennent lumineux : c'est sur cette propriété que sont fondés les divers procédés d'éclairage, qui diffèrent entre eux par la manière de porter les corps à la température nécessaire. C'est seulement vers 800° que le phénomène lumineux commence à se manifester : la lumière, d'abord rougeâtre, prend une teinte de plus en plus blanche jusque vers 1800° , température du blanc éblouissant.

Toutes les sources de lumière étudiées dans ce volume utilisent la chaleur dégagée par les combustions et transforment, par conséquent, en lumière l'énergie résultant des affinités chimiques. Les corps employés sont des substances

10 PRINCIPE DES DIVERS SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE

carbonées, matières grasses ou hydrocarbures, susceptibles de brûler en produisant une flamme; mais, pour qu'une flamme soit éclairante, il ne suffit pas qu'elle soit très chaude; il faut qu'elle

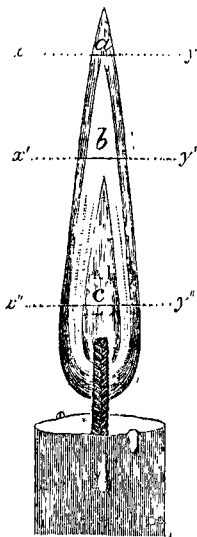


Fig. 1.
Flamme d'une bougie.

renferme un corps solide porté à l'incandescence. Ce corps est constitué le plus souvent par des particules de charbon en suspension dans la flamme.

On peut s'en convaincre en observant une flamme quelconque, par exemple celle d'une bougie (fig. 1). La matière grasse, fondue par la chaleur rayonnée, monte par capillarité dans la mèche et se vaporise, puis vient brûler dans la flamme. Là, on observe trois parties bien distinctes : au centre, où l'air pénètre difficilement, se trouve une partie sombre *c*, formée presque exclusivement par les vapeurs carbonées. Tout autour s'étend une seconde zone *b*, où se produit une combustion incomplète; c'est la région éclairante, car une partie du carbone,

non brûlée, se trouve portée à l'incandescence et émet de la lumière. Enfin, la couche extérieure *a* se trouvant au contact direct de l'atmosphère, la combustion s'y achève; cette zone, bleue à la partie inférieure et jaunâtre vers le haut, est donc très chaude, mais très peu éclairante. Si l'on coupe la flamme par un corps froid, tel qu'une feuille de papier blanc, on obtient en $x''y''$ un dépôt de charbon annulaire et en $\alpha'y'$ une tache pleine; en xy , au contraire, il ne se forme plus de tache, mais le papier roussit rapidement.

La même disposition s'observe dans la flamme de tous les composés carbonés : on s'explique ainsi les précautions adoptées dans certains brûleurs pour régulariser la combustion et rendre aussi grande que possible la surface de la partie éclairante.

Il est utile que la combustion satisfasse aux trois conditions suivantes. La proportion d'air et de matière combustible doit être bien réglée. Si la quantité d'air est insuffisante, la flamme est rouge et fumeuse. S'il y a trop d'air, une partie s'échappe sans avoir été utilisée, ou la combustion est trop complète et la flamme perd de son éclat. Cette proportionnalité peut se régler en agissant sur l'arrivée de l'un des deux gaz.

Il importe aussi que les deux gaz soient parfaitement mélangés ; sinon, une partie du combustible peut s'échapper sans avoir été utilisée. Il est nécessaire pour cela de donner aux fluides une faible vitesse d'écoulement ; il est bon de les faire arriver à angle droit.

La température du mélange joue aussi un rôle important. Les becs à récupération, qui amènent les gaz à la température nécessaire pour leur inflammation immédiate, permettent de doubler le rendement lumineux.

2. Éclairage par incandescence. — Dans les brûleurs que nous avons considérés jusqu'ici, le corps lumineux est constitué par des particules de charbon en suspension dans la flamme : on utilise depuis quelques années des becs dans lesquels le gaz est complètement brûlé, de sorte qu'il n'est plus éclairant, mais il possède une température assez élevée pour porter à l'incandescence un corps solide susceptible de répandre une vive lumière. Le plus ancien de ces brûleurs est l'appareil classique de Drummond, employé dans les laboratoires pour produire la lumière oxyhydrique. Les becs Sellon, Clamond, Auer, Bandsept, sont fondés sur un principe analogue.

CHAPITRE II

PRODUCTION DU GAZ DE HOUILLE

3. Diverses sortes de houille. — L'ingénieur français Philippe Lebon imagina le premier, en 1791, de distiller la sciure de bois pour en extraire un gaz combustible. Le gaz d'éclairage employé aujourd'hui se tire de la houille par le même procédé.

Le volume et le pouvoir éclairant du gaz obtenu varient avec l'origine et la nature de la houille distillée. On recherche surtout les houilles grasses et sèches à longue flamme ou les houilles demi-grasses, semblables à celles qu'on trouve dans le nord de la France, la Belgique, le bassin de Newcastle en Angleterre et celui de la Sarre en Allemagne.

Le *cannel-coal* et quelques autres charbons

donnent une grande quantité d'un gaz très éclairant ; mais, vu leur prix élevé, on les emploie surtout comme *coupages*, c'est-à-dire qu'on les mélange avec des houilles de qualité un peu inférieure, pour restituer au rendement sa valeur normale.

Il importe de distiller la houille bien sèche et peu de temps après son extraction, car l'action de l'air et de l'humidité diminue toujours la quantité et la qualité du gaz obtenu,

4. Composition du gaz d'éclairage. —

Le gaz résultant de la distillation de la houille présente en moyenne, d'après MM. de Montserat et Brisac, la composition suivante :

Hydrogène.	50,10
Gaz des marais, azote.	35,03
Oxyde de carbone	8,21
Anhydride carbonique	1,72
Benzine.	1,06
Autres carbures.	3,88
	<hr/>
	100,00

Parmi ces dernières substances se trouvent de petites quantités de carbures très condensés, tels que le gaz oléfiant, le toluène, l'amylène, etc., qui concourent, avec la benzine, à élever le pouvoir éclairant.

Ce mélange gazeux ne représente d'ailleurs

qu'une partie des produits donnés par la décomposition de la houille; on obtient encore des eaux ammoniacales et des goudrons.

Pour 100 kilogrammes de houille, on a environ 30 mètres cubes de gaz, 6 à 8 litres d'eaux ammoniacales et 5 kilogrammes de goudrons.

5. Fabrication du gaz d'éclairage; fours ordinaires. — La distillation de la houille se fait le plus souvent dans des cornues en terre réfractaire, aplaties, disposées dans un four en briques (*fig. 2*), où elles sont chauffées à 1 200° par un même foyer A, alimenté au coke, ou par un four à récupération. Une cornue peut recevoir 150 kilogrammes de houille.

La partie antérieure de chaque cornue est fixée dans une tête en fonte, faisant saillie au dehors du four. On ferme par un tampon en tôle emboutie, que maintient une vis de pression. On emploie aujourd'hui des têtes et des tampons bien dressés, ce qui permet d'obtenir l'étanchéité sans le secours d'un lut.

Les fours se chargent à la pelle ou à la cuiller. Ce dernier instrument est une sorte de longue pelle, demi-cylindrique, qu'on pose sur le sol et qu'on remplit de charbon; il suffit ensuite de

l'introduire dans la cornue et de la retourner pour faire tomber tout son contenu.

Les fours à coke sont chauffés directement par ce combustible : ils renferment sept cornues. Les autres possèdent au-dessous d'eux, dans le

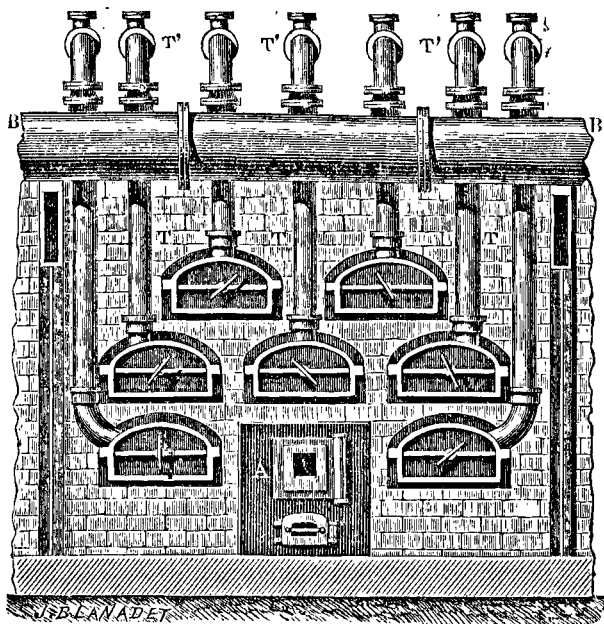


Fig. 2. — Four à gaz.

sous-sol, un gazogène qui produit un mélange gazeux combustible par le passage de l'air et de

la vapeur d'eau sur du coke porté au rouge sombre. Ce mélange, qui présente à peu près la composition suivante :

Azote	59
Oxyde de carbone	26
Hydrogène.	9
Anhydride carbonique	6
	<hr/>
	100

est ensuite additionné d'air et brûlé sous les cornues.

6. Fours à récupération. — Il est avantageux d'échauffer l'air avant de le mélanger avec le gaz ; on utilise pour cela la haute température des produits de la combustion. Dans les fours à *récupération continue*, on fait passer l'air dans une série de petits conduits en brique, que la fumée suit extérieurement en sens contraire. Les fours de Siemens, ou à *récupération alternative*, possèdent deux chambres que les gaz chauds et l'air traversent alternativement. Quand les gaz chauds ont porté l'une de ces chambres à une température suffisante, on y fait passer l'air et on dirige ces gaz dans l'autre.

Les fours à récupération peuvent recevoir 8 ou 9 cornues ; en outre, les cornues s'y usent moins vite ; mais leur établissement est beau-

coup plus coûteux. Cet accroissement de dépense est plus que compensé par l'économie réalisée sur le combustible : aussi les préfère-t-on dans les nouvelles installations. La Compagnie parisienne emploie les fours Siemens, qui sont exclusivement en service dans les usines de Clichy et du Landy. A l'étranger, on donne la préférence aux fours à récupération continue.

Après la distillation, il reste dans les cornues un résidu contenant à peu près 90 % de carbone et dont l'aspect varie avec la nature de la houille employée ; c'est le *coke*. On en recueille environ 1,9 hectolitre pour 100 kilogrammes de houille. En outre, on trouve, à la partie supérieure des cornues, un dépôt de charbon dur, sonore et bon conducteur, provenant de la décomposition partielle des hydrocarbures : c'est le *charbon de cornue*.

7. Condensation. — Au sortir des cornues, le gaz doit subir une double purification : la première est une épuration physique, destinée à le débarrasser des goudrons et des vapeurs ammoniacales ; outre la valeur marchande de ces produits, les goudrons pourraient se déposer dans la canalisation et l'obstruer. L'épuration chimique enlève ensuite les matières qui rendraient

le gaz trop vénéneux ou lui donneraient une odeur trop désagréable.

La première opération s'effectue dans plusieurs appareils successifs. Les *colonnes montantes* ou *pipes A* (fig. 3), qui partent de la tête des cornues, se recourbent deux fois et viennent déboucher dans le *barillet D*, long collecteur horizontal placé au-dessus du massif des fours, perpendiculairement aux cornues (1). Le barillet est à moitié rempli de liquide, dans lequel le tube C plonge de 3 ou 4 centimètres, pour former joint hydraulique et isoler chaque cornue du reste des appareils. Quand on met les fours en service, on remplit le barillet avec de l'eau ; au bout de quel-

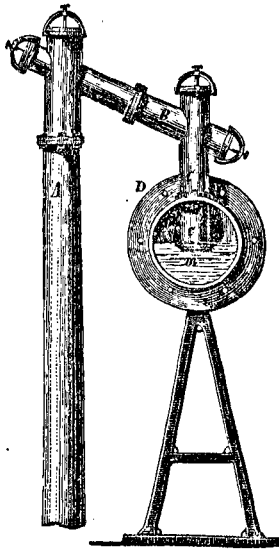


Fig. 3 — Barillet.

(1) Le barillet se voit aussi en BB' (fig. 2).

que temps, ce liquide est remplacé par un mélange de goudron et d'eaux ammoniacales, qui s'écoule par un trop-plein dans des citernes, de sorte que le niveau reste constant.

Les barillets des divers massifs de fours aboutissent à un *collecteur* horizontal de 0^m,80

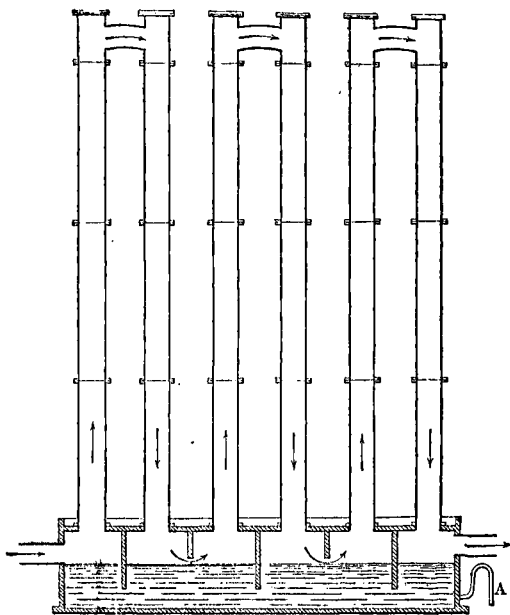


Fig. 4. — Jeu d'orgue.

de diamètre, placé parallèlement aux cornues, dans l'atelier même de distillation, afin de le

maintenir à 60° environ. Cette température a été adoptée, parce qu'elle permet au gaz de conserver la plus grande partie des vapeurs de benzine et de toluène, vapeurs auxquelles il doit les $\frac{2}{3}$ de son pouvoir éclairant, tout en assurant le dépôt de la naphthaline, dont les cristaux pourraient obstruer la canalisation.

Au sortir du barillet, le gaz traverse un second condensateur, le *réfrigérant* ou *jeu d'orgue* (fig. 4), qui se compose d'une caisse de fonte, à moitié pleine d'eau, supportant des tuyaux verticaux, de 0^m,15 à 0^m,20 de diamètre, et dont la hauteur peut atteindre 10 à 15 mètres. Des cloisons placées dans la caisse obligent le gaz à passer dans les tubes, qui sont refroidis par l'air ou arrosés d'eau en été. La température du gaz s'abaisse ainsi jusqu'à 12 ou 20°, suivant les saisons. Il se dépose dans cet appareil des goudrons légers et des eaux ammoniacales, qui sont entraînés par un trop-plein.

8. Extracteurs et condensateurs. — Il importe que la pression dans le barillet et dans les appareils qui le suivent soit aussi voisine que possible de la pression atmosphérique; s'il n'en est pas ainsi, la pression s'élève d'une quantité correspondante dans les cornues, ce qui peut

amener des fuites de gaz. Pour éviter cet inconvénient, on place à la suite du jeu d'orgue un *extracteur*, qui aspire le gaz et le refoule dans les appareils que nous allons décrire. La pression dans le gazomètre devant être de $0^m,15$, la pression de refoulement doit s'élever, à cause des pertes de charge, à $0^m,35$ ou $0^m,40$.

L'extracteur de Beale se compose d'une pompe rotative. L'aspiration est due au mouvement de deux plaques mobiles qui glissent l'une sur l'autre et tournent dans un cylindre horizontal. Cet appareil se place entre le jeu d'orgue et le condensateur, car il est ainsi lubrifié par le goudron que contient encore le gaz ; il a l'inconvénient d'exiger un moteur.

Il n'en est pas de même avec l'extracteur à jet de vapeur, qui utilise l'entraînement bien connu des fluides par la vapeur. Dans l'appareil de Koerling (*fig. 5*), le gaz arrive par *a*, traverse un tiroir *b* et pénètre par *c* dans l'extracteur *dd*. La vapeur est amenée par les soupapes *h* et *f* et aspire le gaz dans l'étranglement *d*.

Il importe que le fonctionnement de l'extracteur soit parfaitement d'accord avec la production du gaz : s'il aspire trop vite, l'air rentre dans les cornues et peut produire un mélange détonant ; si le débit est insuffisant, l'accroisse-

ment de pression dans les cornues augmente les fuites et le dépôt de charbon de cornue.

Pour éviter ce double inconvénient, on ajoute

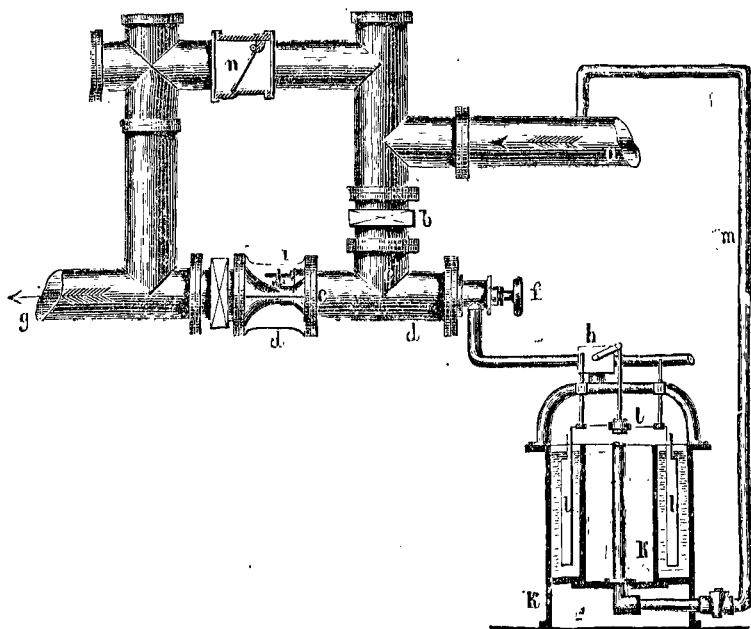


Fig. 5. — Extracteur de Kesting.

à l'extracteur un régulateur, formé d'une petite cloche *l*, dans laquelle le gaz pénètre par *m*.

Cette cloche monte ou descend, suivant la pression du gaz, et ces mouvements ouvrent plus

ou moins la soupape *h* à l'aide d'un levier, ce qui fait varier le débit de l'appareil. Le tube *n* permet d'envoyer le gaz directement aux épurateurs, sans le faire passer à travers l'extracteur. Cet appareil doit être placé après le condenseur, que nous décrivons ci-dessous, parce que, s'il se trouvait avant, il serait obstrué par le goudron.

Les dernières traces de goudrons sont enlevées par le condenseur Pelouze et Audouin, qu'on place, suivant les cas, avant ou après l'extracteur. Dans cet appareil, le gaz, projeté sur une paroi fixe, y abandonne le goudron. Ce condenseur a la forme d'une cloche qui se soulève par l'accroissement de pression, de sorte que le nombre des trous démasqués augmente avec le débit du gaz.

Souvent on fait encore passer le gaz dans des *condenseurs à coke* ou *scrubbers*, destinés à arrêter complètement l'ammoniaque. Un scrubber se compose généralement de deux grands cylindres verticaux, renfermant 50 à 70 hectolitres de coke. Un courant d'eau tombe de la partie supérieure et rencontre le gaz, qui arrive du bas.

Parfois aussi on se sert d'un *condenseur-laveur*, chargé de retenir à la fois le goudron et

l'ammoniaque. Celui de M. Chevalet comprend des plateaux superposés et percés de trous de 1 à 3 millimètres. Le gaz s'élève par ces trous, mais sa pression ralentit l'écoulement de l'eau, qui chemine en sens contraire. Ce condensateur est généralement suivi d'une colonne à coke et alimenté par l'eau qui provient de cet appareil.

9. Épuration chimique. — Après la condensation ou épuration physique, on débarrasse le gaz des dernières traces d'ammoniaque et de l'acide sulfhydrique. On enlève l'ammoniaque dans des caisses contenant de la sciure de bois humide sur une épaisseur de 0^m,40 à 0^m,50.

On dispose souvent les caisses par quatre, comme en LMNO, autour d'un cylindre X (*fig.* 6). Les communications sont établies par huit tuyaux B, C, ..., H, I, A et K servant pour l'arrivée et le départ du gaz. Le cylindre est fermé par une cloche divisée en cinq compartiments, qui comprennent chacun deux tuyaux; les caisses rectangulaires sont divisées par une cloison verticale en deux compartiments renfermant chacun trois claies recouvertes du mélange Laming (*fig.* 7). Il y a toujours une des caisses, par exemple M, qui est isolée et en préparation; le gaz traverse seulement les trois

autres; il arrive d'abord dans le compartiment

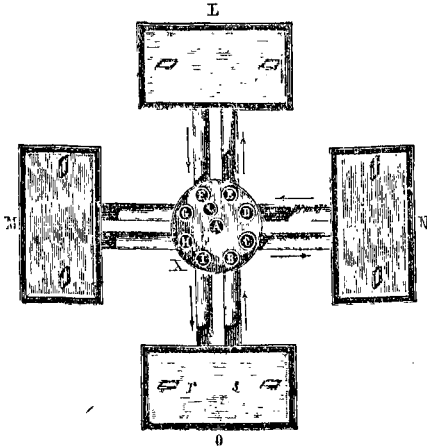


Fig. 6. — Plan de l'épurateur méthodique à la chaux.

de O, passe en s, puis traverse les deux caisses N et L, dans le sens des flèches.

Lorsque la matière de O est épuisée, on sou-

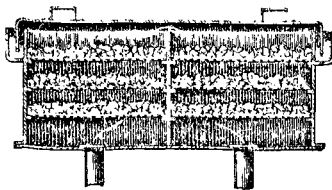


Fig. 7. — Coupe d'une caisse de l'épurateur.

lève la cloche et on la fait tourner d'un quart de

tour; la caisse O se trouve alors isolée et le gaz traverse N, L, M, de sorte qu'il rencontre d'abord la matière la plus ancienne et la plus fraîche à la fin.

L'acide sulfhydrique est retenu par un mélange, imaginé par Laming, et qui se compose de chaux éteinte et de sulfate ferreux. Pour rendre la matière poreuse, on imprègne de la sciure de bois avec la solution de sulfate et l'on ajoute ensuite la chaux éteinte. La chaux agit sur le sulfate ferreux, en présence de l'air, et donne du sulfate de calcium et du peroxyde de fer.

Ce réactif est disposé, sur une épaisseur de 0^m,50 à 0^m,60, dans des cuves en fonte, au-dessus d'un plancher percé de trous. Chaque cuve est munie d'un couvercle en tôle, formant joint hydraulique, qu'on peut soulever à l'aide d'une grue. Le gaz arrive à la partie supérieure et sort par les trous du plancher. La dernière cuve sert de témoin et doit rester intacte.

Dans ces cuves, l'acide sulfhydrique est décomposé et donne du sulfure de fer et de l'eau.

Il reste généralement dans le mélange de la chaux libre, qui enlève au gaz une certaine quantité d'acide carbonique. Quand la matière Laming est épuisée, on la revivifie en l'exposant

à l'air. Le sulfure de fer donne alors du peroxyde et du soufre. Quand la proportion du soufre devient trop grande (environ 37 %), le mélange ne peut plus servir.

Un mètre cube de matière Laming peut épurer jusqu'à 30 000 mètres cubes de gaz. Le gaz sortant des épurateurs est en état d'être livré à la consommation : il présente la composition moyenne indiquée plus haut.

Le gaz traverse ensuite des compteurs de fabrication, qui font connaître le rendement de l'opération, et s'accumule enfin dans les gazomètres.

10. Gazomètres. — Les gazomètres se composent d'une cloche cylindrique, renversée sur une cuve à eau. Cette cuve est formée généralement de murs en maçonnerie ordinaire et d'un radier en béton ; l'ensemble est recouvert d'une couche étanche de ciment, pour empêcher toute communication entre l'eau infecte de la cuve et les nappes voisines. La cloche se compose de feuilles de tôle rivées à chaud ; elle est peinte au minium et goudronnée extérieurement ; lorsqu'elle se vide ou se remplit, elle est dirigée dans son mouvement par des galets roulant sur des rails verticaux. Autrefois, les tuyaux d'amenée et de

sortie du gaz traversaient le radier ; on emploie de préférence aujourd'hui des tuyaux articulés, qui s'ouvrent sous la calotte même de la cloche (*fig. 8*) et suivent tous les mouvements de celle-ci. A l'intérieur des gazomètres de grandes dimensions, on installe une solide charpente,

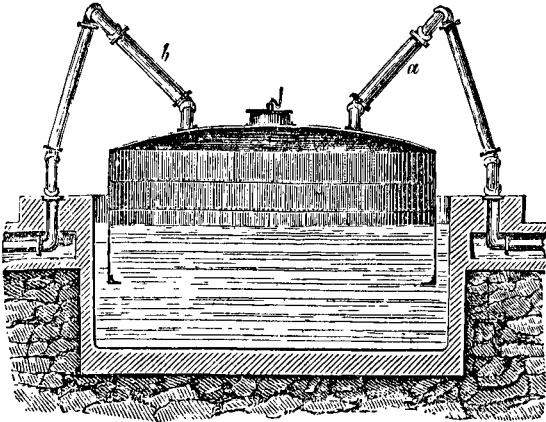


Fig. 8. — Gazomètre.

destinée à supporter en partie le poids de la cloche, lorsque celle-ci, se trouvant vide, vient reposer sur le radier.

Lorsque le terrain fait défaut, on peut diminuer le diamètre de la cloche et augmenter sa hauteur en se servant de gazomètres télesco-

priques, formés de plusieurs anneaux, qui rentrent l'un dans l'autre lorsque l'appareil est vide et se déploient à mesure qu'il se remplit. Chaque anneau porte, à sa base, une gouttière extérieure, qui se remplit d'eau et dans laquelle vient plonger le bord supérieur de l'anneau placé au-dessous, qui est recourbé vers l'intérieur.

11. Sous-produits de la fabrication du gaz. — Nulle industrie ne donne autant de sous-produits intéressants que la fabrication du gaz.

On trouve d'abord, dans les cornues, du coke et du charbon de cornue. Ce dernier, qui servait autrefois à faire des creusets, des tubes, des charbons pour les piles et la lumière électrique, est beaucoup moins employé maintenant : on le remplace le plus souvent par des charbons agglomérés.

Le coke est le résidu de la préparation. On le retire encore rouge des cornues et on l'éteint en l'arrosant d'eau, puis on le casse en le faisant passer dans une sorte de laminoir, dont les cylindres sont munis de lames coupantes, et on le classe à l'aide de cylindres inclinés, en toiles métalliques, dont les mailles sont de dimensions variables. Ces appareils sont connus sous le

nom d'*écureuils*. Le poussier résultant de ces opérations est mélangé avec 10 % de brai pour faire des agglomérés.

Le coke est un charbon plus ou moins compact, à texture rugueuse, qui est employé comme combustible ; c'est le plus important des sous-produits. A Paris, la Compagnie utilise une partie du coke pour l'alimentation de ses fours et de ses gazogènes.

L'épuration physique donne deux autres produits utiles, l'eau ammoniacale et le goudron : ces deux substances se séparent spontanément dans les citernes, grâce à la différence de densité. Les eaux ammoniacales sont additionnées de chaux éteinte et portées à l'ébullition : le gaz ammoniac qui se dégage est reçu dans l'eau, ce qui donne l'*ammoniaque* ou *alcali volatil*, ou dans les acides sulfurique ou chlorhydrique, ce qui produit du sulfate ou du chlorhydrate d'ammoniaque. Le premier sel est employé comme engrais, le second est livré au commerce.

Dans les petites usines, on vend le goudron, après l'avoir séparé des eaux ammoniacales. Dans les usines importantes, on aime mieux en extraire divers produits importants. En effet, la distillation de ce produit donne d'abord, entre 50 et 180°, environ 5 % d'*huiles légères*, d'où

on extrait la *benzine* et le *toluène*. De 180 à 350°, on recueille à peu près 25 % d'*huiles lourdes*, servant à divers usages. A Paris, une partie de ces huiles est traitée directement par la Compagnie pour en extraire l'*anthracène*, qui sert ensuite à préparer l'*alizarine*, matière colorante de la garance. Le reste est vendu et sert à préparer la naphthaline, l'acide phénique, les couleurs d'aniline, etc., ainsi qu'à créosoter les bois. Le résidu de l'opération est le *brai*, matière visqueuse et noirâtre, qu'on laisse refroidir dans des fosses, où il se solidifie. Le brai sert à fabriquer les *agglomérés* ou *briquettes*.

12. Usine du Landy. — Pour terminer ce qui a rapport à la production du gaz, nous décrirons sommairement, comme exemple, l'usine la plus récente et la plus perfectionnée de la Compagnie parisienne. Cette usine, qui pourra ultérieurement distiller par jour environ 34 000 tonnes de houille, soit le chargement de 17 trains de 20 wagons, et produire 1 million de mètres cubes de gaz, occupera un terrain de 45 hectares bordé, sur un kilomètre environ, par les voies du chemin de fer du Nord, et peu éloigné d'ailleurs du canal de St-Denis. Ce terrain, sur lequel se tenait autrefois la célèbre

foire du Lendit, est situé sur la commune de St-Denis, à 2 kilomètres de la porte de La Chapelle. L'usine est divisée en six parties, qui pourront être installées successivement : la première est seule terminée.

On s'est efforcé, dès l'origine, de réduire, autant que possible, les manutentions effectuées à bras d'homme. Dans ce but, on a relié l'usine au chemin de fer du Nord par deux embranchements, qui permettent aux trains chargés de houille d'arriver jusqu'aux ateliers de distillation, et l'on a installé en outre des voies ferrées destinées au transport du coke.

Les trains de houille sont amenés, par une pente douce, à un vaste terre-plein élevé de 6 mètres au-dessus du niveau des cours de l'usine, et se rendent à une estacade, au-dessous de laquelle viennent se ranger les camions chargés de porter la houille jusqu'aux cornues. Pour faciliter le déchargement, les nouveaux wagons sont munis de trappes qui, en s'ouvrant, laissent tomber le charbon dans de vastes trémies placées sous l'estacade et qui l'envoient dans les camions.

Parallèlement, et de l'autre côté des ateliers de distillation, se trouve une double voie destinée à l'enlèvement du coke. Les wagons char-

gés de ce combustible s'élèvent, par une rampe assez raide, jusqu'à 7 mètres au-dessus du sol. De là, le coke tombe dans les appareils de casage et de classement; de chaque côté de l'atelier qui renferme ces appareils se trouvent deux quais de chargement; l'un sert pour les livraisons par voitures; l'autre est bordé de voies ferrées dont le niveau a été réglé pour faciliter le chargement des wagons. Une réserve de coke est placée sous la rampe d'accès.

L'usine possède six batteries de six fours doubles à récupération, contenant chacun 9 cornues, soit 648 cornues. Cinq batteries sont chauffées par des foyers Siemens, la sixième par des foyers Lencachez à récupération continue.

L'épuration s'effectue par les procédés ordinaires. L'extraction est produite par 2 machines à trois cylindres aspirant chacune 80 000 à 100 000 mètres cubes par 24 heures. L'épuration chimique comprend 8 batteries de 4 cuves.

L'usine renferme encore 4 compteurs de fabrication, pouvant mesurer chacun 40 000 mètres cubes par 24 heures, et cinq gazomètres de 33 000 mètres cubes chacun : c'est le plus grand type employé par la Compagnie. La cuve de chacun de ces appareils a 1^m.40 de profondeur

et 56 mètres de diamètre. La cloche pèse 412 000 kilogrammes; la charpente intérieure comprend 177 mètres cubes de bois; enfin le prix de revient total d'un tel gazomètre dépasse 800 000 francs.

CHAPITRE III

—

DISTRIBUTION DU GAZ

13. Régulateur d'émission. — En sortant des gazomètres, le gaz traverse un régulateur destiné à diminuer la pression et à lui donner la valeur convenable, suivant la consommation.

Ce régulateur (*fig. 9*) se compose d'une cloche A, renversée sur une cuve à eau et portant un cône B, qui peut fermer plus ou moins l'ouverture D. Le gaz arrive par l'orifice inférieur, traverse D, la cloche A, et sort par le conduit qu'on voit à droite. Lorsque la pression augmente dans la cloche, celle-ci se soulève, entraînant le cône, qui ferme en partie l'ouverture D; le débit se trouve donc diminué. On peut faire varier la pression exercée par la cloche en ajoutant des poids en C.

Cet appareil présente un petit défaut : le cône B, étant soumis à la pression de l'usine, peut

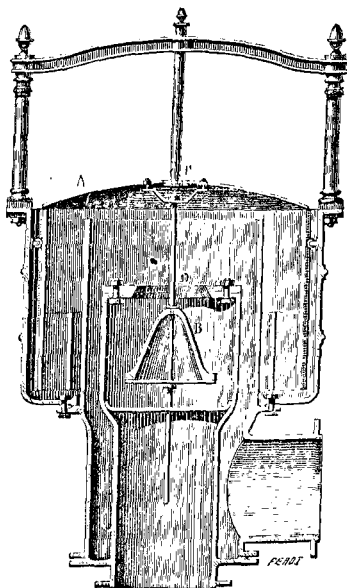


Fig. 9. — Régulateur d'émission.

se déplacer sans que la pression ait varié dans la conduite de sortie. On évite cet inconvénient en annulant l'effet de la pression de l'usine sur l'obturateur.

A la sortie du régulateur, le gaz s'engage dans les conduites de distribution.

14. Pouvoir éclairant du gaz. — Dans toutes les villes, les Compagnies sont tenues de fournir un gaz possédant un pouvoir éclairant déterminé, et, par suite, consommant, par heure, un nombre de litres fixé pour produire, dans un bec étalon, une intensité lumineuse indiquée.

Le bec étalon doit être d'abord parfaitement défini. En Angleterre, c'est un bec d'Argand construit par Sugg et brûlant 141 litres du gaz de Londres pour une intensité de seize bougies.

A Berlin, la consommation doit être de 150 litres pour seize bougies anglaises. Enfin, on se sert en France d'un bec Bengel à trente trous, décrit dans une instruction publiée par Dumas et Regnault. A Paris et dans la plupart des villes de France, la dépense doit être de 105 litres pour une carcel. Avec le gaz réglementaire de Paris, l'étalon donne 1,567 carcel ou 15,14 bougies anglaises pour une dépense de 141 litres ; celui de Berlin donne 1,764 carcel ou 17,04 bougies anglaises pour 150 litres. Le gaz de Paris est donc à peu près inférieur de 6 % à celui de Londres et supérieur de 6 % à celui de Berlin.

15. Mesure du pouvoir éclairant. —

A Paris, le pouvoir éclairant est vérifié chaque soir dans douze stations convenablement distribuées. Ces essais s'effectuent avec un photomètre de Foucault, formé d'une lunette T et d'un écran circulaire en verre amidonné, divisé en deux parties égales par une cloison verticale.

La lampe-type K et le bec Bengel G sont fixés à 1 mètre de l'écran, de part et d'autre de la cloison (*fig. 10*), et l'on règle à chaque instant la dé-

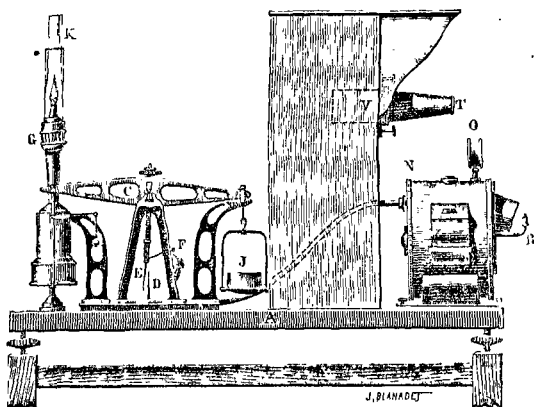


Fig. 10. — Mesure du pouvoir éclairant du gaz.

pense du bec au moyen d'un robinet spécial, de sorte que les deux moitiés de l'écran paraissent également éclairées. L'expérience dure le temps

employé par la lampe pour brûler 10 grammes d'huile.

Pour régler cette durée, la lampe est placée sur le plateau d'une balance et équilibrée par un contrepoids un peu trop faible. Lorsqu'une petite quantité d'huile a été brûlée, l'équilibre s'établit, et le fléau, s'inclinant en sens contraire, fait tomber sur le timbre F un marteau commandé par l'aiguille E; c'est le commencement de l'expérience. On ouvre le compteur du bec G et l'on enlève 10 grammes du côté du contrepoids J.

Un second coup de timbre avertit de la fin de l'expérience; on lit alors l'indication du compteur. Quand la lampe fonctionne régulièrement, la durée de l'essai doit être de 14 minutes 17 secondes. La lampe étalon brûlant 42 grammes d'huile de colza épurée par heure, on obtient la consommation pour une heure en multipliant le volume de gaz obtenu par 4,2.

16. Canalisations. — Le gaz est transporté du lieu de production chez les consommateurs au moyen de tuyaux dont le diamètre va en diminuant à partir du point de départ. La pression va aussi en diminuant; elle doit être suffisante à l'origine pour dépasser encore, au point

le plus éloigné, la pression atmosphérique de 20 millimètres d'eau ; tel est du moins le règlement adopté à Paris.

La diminution ou perte de charge qui se produit dans la canalisation est due à la résistance de celle-ci, c'est-à-dire au frottement contre les parois plus ou moins rugueuses, aux coudes brusques, etc.

Les tuyaux employés sont généralement aujourd'hui en fonte ou en tôle. Les premiers sont en bouts de 2,50 à 4 mètres et se réunissent par emboîtement ; le joint est rendu étanche au moyen de cordes suiffées et d'un bourrelet de plomb maté soigneusement.

La Compagnie parisienne emploie uniquement aujourd'hui les tuyaux Chameroy, qui sont formés de lames de tôle préalablement plombées, puis rivées suivant une des génératrices et bien étamées. La surface extérieure est revêtue d'une couche de bitume sablé, puis goudronnée. Ces tuyaux sont en tronçons de 4 mètres. L'une des extrémités porte une bague en plomb antimonieux, l'autre un cylindre de même substance, qui peut entrer exactement dans la bague.

Pour faire un joint, on enroule, sur une rainure du cylindre de plomb, une corde suiffée,

on enduit les deux extrémités d'un mélange de saindoux et de plombagine, puis on enfonce le cylindre dans la bague jusqu'à serrage complet.

Les tuyaux Chameroy sont un peu plus économiques que les tuyaux de fonte ; ils donnent une perte de charge environ moitié moindre ; enfin ils sont peu oxydables, faciles à poser et constituent une canalisation bien étanche et suffisamment élastique, car les joints peuvent se déboîter de quelques millimètres sans nuire à l'élasticité.

Quel que soit le système adopté, les conduites doivent se raccorder comme les mailles d'un filet et non aller en divergeant, afin qu'on puisse isoler un conduit sans enlever le gaz à un grand nombre d'abonnés.

Les branchements s'obtiennent, sur les tuyaux de fonte, au moyen de pièces spirales nommées tés ou doubles tés. Avec la tôle, on se sert de raccords en plomb, qui se fixent à l'aide d'un collier.

17. Compteurs. — Les installations particulières, branchées sur les conduites générales, sont formées de tuyaux ordinairement en plomb, quelquefois en cuivre. A l'origine de ces instal-

lations se trouve généralement un coffret de barrage, qui permet à la Compagnie de fermer le branchement à volonté, puis vient un compteur, qui enregistre la quantité de gaz consommée.

Le compteur employé a été inauguré par Clegg et perfectionné par Crossley; il se compose d'une caisse E, à moitié remplie d'eau, dans laquelle peut tourner librement un volant V, divisé, par des cloisons de tôle galvanisée, en quatre chambres de capacités égales et connues (*fig.* 11). Le gaz arrive par le tuyau A, passe par une soupape munie d'un flotteur-régulateur B, puis se rend par le tube C, formant siphon, dans la partie du volant en forme de calotte sphérique et passe dans l'une des chambres de jauge, dont l'ouverture se trouve au-dessus du niveau de l'eau. A mesure que cette chambre se remplit, la pression du gaz la soulève et fait tourner le tambour; quand la chambre est pleine, l'orifice d'entrée se trouve masqué par l'eau, tandis que la fente de sortie *f* est dégagée. Pendant ce temps, une deuxième chambre se remplit. Le gaz sort par le tuyau M pour se rendre aux becs.

L'axe I du tambour pénètre dans la chambre antérieure N, et porte une vis sans fin, qui en-

grène avec une roue, calée à l'extrémité inférieure d'un arbre vertical P, chargé de trans-

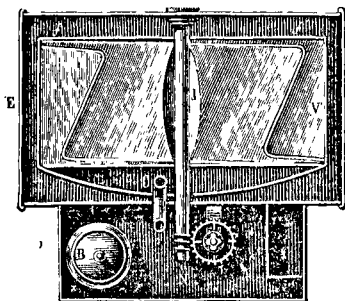
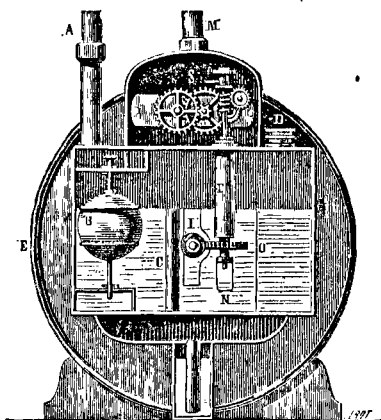


Fig. 11. — Compteur à gaz.

mettre le mouvement à une série de roues dentées ; ces roues font mouvoir trois aiguilles,

qui indiquent en unités, dizaines et centaines, le nombre de mètres cubes consommé.

Le niveau de l'eau doit rester constant, puisque c'est lui qui règle la capacité des chambres de jauge; un trop-plein l'empêche de s'élever. S'il vient à s'abaisser, le flotteur B descend aussi et ferme la soupape d'admission. On introduit l'eau par l'orifice D, muni d'un bouchon à vis; le bouchon G ouvert empêche de trop remplir l'appareil.

En sortant du compteur, le gaz est conduit aux becs par une canalisation ordinairement en plomb; comme le gaz entraîne toujours une certaine quantité d'eau, il est utile de donner aux tuyaux une légère pente vers le compteur; on peut aussi disposer des bouchons de vidange dans les points les plus bas.

CHAPITRE IV

—

LES BRULEURS A GAZ

18. Brûleurs à air libre. — Le premier bec de gaz se composait d'un simple trou produisant une flamme analogue à celle de la bougie. Un certain nombre de modifications ont été apportées à cet appareil, afin de donner à la flamme des formes différentes.

Le bec bougie est constitué par un trou vertical et circulaire, pratiqué dans un bouton sphérique en métal ; il donne une flamme en fuseau, assez semblable à celle de la bougie ; pour compléter l'illusion, on entoure souvent le tube d'arrivée du gaz d'un cylindre de porcelaine ou de métal peint en blanc. Ce bec n'exige qu'une faible dépense, mais il est peu intense et donne un mauvais rendement. D'après MM. Audouin et Bérard, la dépense est constante pour une même

hauteur de flamme, quel que soit le diamètre de l'orifice. Le diamètre le plus avantageux dans la pratique est celui de deux millimètres; l'intensité est alors d'environ $\frac{1}{5}$ de carcel; la dépense, pour une carcel, s'élève à 161 litres. En employant trois trous assez rapprochés, la flamme imite absolument celle de la bougie stéarique.

Le bec papillon est percé d'une fente verticale, qui donne une flamme plate en éventail ou en aile de chauve-souris (fig. 12).

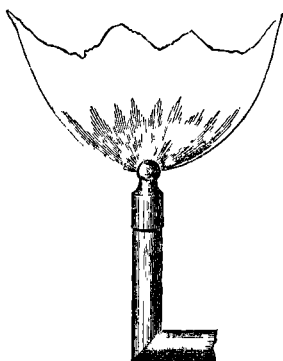


Fig. 12 — Bec papillon.

Il est avantageux, comme pour le bec bougie, d'employer une fente large et une faible pression. Le bec de 0,7 millimètre est le plus avantageux; il donne la carcel avec une dépense de 120 litres; mais, dans la pratique, on préfère généralement le bec de 0,6 millimètre, dont la flamme est moins vacillante et supporte mieux les courants d'air; mais le rendement est moins bon.

Le bec Manchester est percé de deux trous

inclinés, se rencontrant à peu près à angle droit; les deux jets de gaz, se heurtant, s'épanouissent pour donner une flamme plate en queue de poisson, perpendiculaire au plan des trous; cette flamme est généralement plus haute que celle du bec papillon. La largeur de la flamme reste constante : la hauteur seule varie avec la pression. Un sifflement avertit de l'excès de pression. Ce bec sert surtout avec les gaz riches.

Les becs précédents se font souvent en terre réfractaire ou en stéatite, pour éviter la rouille.

D'après M. E. Sainte-Claire Deville, le débit V de tous les becs à flamme plate, papillons et manchesters, peut être représenté par la formule

$$V = Q \sqrt{P},$$

P étant la pression, Q une quantité qui varie légèrement avec la forme du brûleur. La valeur de ce coefficient dépend de la section des orifices et de toutes les résistances qui s'opposent à l'écoulement.

Les becs Manchester conviennent surtout pour les petites dépenses (au-dessous de 140 litres); les papillons ordinaires donnent de bons résultats pour les dépenses moyennes, de 140 à 250 litres, et les papillons à tête creuse pour les fortes dépenses, 250 à 450 litres.

19. Brûleurs à air libre pour l'éclairage public. — Les brûleurs à air libre ne servent pas seulement pour l'éclairage privé ; c'est à eux qu'on s'est adressé aussi pour l'éclairage public, afin d'éviter la surveillance continue qu'exigeraient les becs à cheminée : l'économie de 10 à 15 litres par heure que donneraient ces derniers seraient largement compensée par les frais supplémentaires d'allumage et d'entretien.

C'est le bec papillon qui a été choisi tout d'abord pour l'éclairage des rues. Ces becs sont placés dans des lanternes vitrées en laiton, rondes ou carrées, surmontées d'un chapiteau. La flamme du bec est orientée perpendiculairement aux façades des maisons. Un petit trapillon, ménagé dans la base de la lanterne, permet d'introduire l'extrémité de l'allumoir. A Paris, le robinet est placé dans la lanterne même : par cette disposition, il s'échauffe légèrement et risque moins d'être obstrué par un dépôt de naphthaline. Les lanternes nouvelles sont toujours munies d'un réflecteur horizontal en porcelaine, qui augmente, dans une proportion assez sensible, la quantité de lumière projetée sur le sol.

Les lanternes sont supportées par trois sortes d'appareils. Dans les rues qui n'ont qu'un trottoir étroit ou qui n'en possèdent même pas du

tout, on place les lanternes sur des *consoles*, scellées dans la façade des maisons. Le gaz est alors amené par un tuyau de plomb noyé dans la maçonnerie. Cette disposition rend difficile la recherche des fuites : en outre, le gaz peut se répandre dans les habitations et causer des accidents. Il est préférable d'employer, dans ce cas, des *candélabres-consoles*, c'est-à-dire, de disposer la console au sommet d'une colonne en fonte placée le long des façades des maisons. Enfin, sur les trottoirs assez larges, on emploie des *candélabres*, placés à une petite distance des bordures. On fait généralement alterner les candélabres installés sur les deux trottoirs d'une même rue, et l'on place toujours des lanternes aux points de croisement des rues.

Les candélabres se terminent toujours par un socle enfoncé dans le sol et scellé dans un massif de maçonnerie. Ils sont recouverts de peinture ou d'une couche de cuivre galvanique, déposée par le procédé Oudry. Dans le premier cas, ils portent généralement une lanterne carrée, et dans le second une lanterne rondo. Ce dernier modèle est réservé aux grandes voies.

A Paris, la Compagnie peut employer des becs de 100, de 140 et de 200 litres. Le dernier n'est pas en service et le premier ne sert que pour

l'éclairage des colonnes-affiches : c'est donc le second qui est seul utilisé pour l'éclairage des voies publiques. Ce bec est un papillon en fonte, à bec de $\frac{6}{10}$ de millimètre, donnant une flamme de 7 centimètres de largeur sur 6 de hauteur.

20. Hauteur des candélabres. — On peut calculer la hauteur qui convient le mieux pour les candélabres afin que l'éclairage du sol soit le meilleur possible. Soient l la distance de deux candélabres successifs et x , leur hauteur. En admettant que l'intensité I soit la même dans toutes les directions, un point A, situé sur le sol à égale distance des deux appareils, reçoit de chacun d'eux

$$\frac{I}{x^2 + \frac{l^2}{4}} \times \frac{x}{\sqrt{x^2 + \frac{l^2}{4}}} \quad \text{ou} \quad I \frac{x}{\left(x^2 + \frac{l^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}}}.$$

Pour que l'éclairage soit maximum, il faut que la dérivée de cette expression soit nulle, c'est-à-dire que

$$\left(x^2 + \frac{l^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}} - 3x^2 \left(x^2 + \frac{l^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}} = 0$$

ou

$$x = \frac{l}{2\sqrt{2}}.$$

En supposant les becs distants de 20 mètres, on aurait pour x environ 7 mètres. Cette hauteur ne peut être atteinte, à cause des difficultés d'allumage et de nettoyage, et l'on ne peut dépasser pratiquement 2^m,50 à 4 mètres; mais on voit qu'il y aurait intérêt à augmenter cette hauteur au point de vue de l'éclairage du sol.

21. Becs à double courant d'air. — On emploie souvent pour l'éclairage intérieur un brûleur rappelant la disposition du bec à double courant d'air, appliqué par Argand aux lampes à huile de colza (§ 66). Le gaz arrive, par un tube divisé en deux branches (*fig. 13*), dans une couronne circulaire, percée à sa partie supérieure de trous assez rapprochés pour que les jets gazeux se réunissent en une seule nappe. La flamme est entourée d'une cheminée en verre cylindrique qui la rend plus fixe et active le tirage. L'air, appelé par la partie inférieure, se divise en deux courants dont l'un passe à l'intérieur du cylindre et l'autre entre la flamme et la cheminée, de façon à produire une combustion suffisamment complète.

La couronne circulaire se faisait d'abord en métal; elle est généralement aujourd'hui en porcelaine; les trous ronds très rapprochés sont

quelquefois remplacés par une fente circulaire unique.

Afin de diviser le courant d'air et de régler sa proportion, M. Maccaud a imaginé d'envelopper la partie inférieure du bec d'un panier ou cône renversé en toile métallique (*fig. 13*). Cet appa-

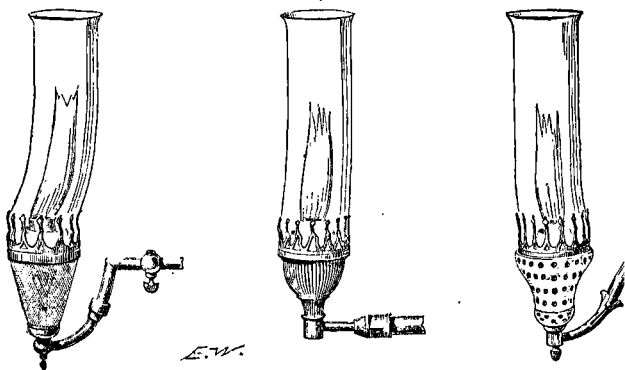


Fig. 13. — Bec Maccaud.

reil est surmonté d'un autre cône métallique qui dirige le courant d'air extérieur sur la flamme, de manière à accroître son action ; le rôle de cet organe est analogue à celui de l'étranglement de la cheminée dans les lampes d'Argand à huile. La toile métallique est remplacée le plus souvent par un panier en métal percé de fentes ou par un panier en porcelaine muni de trous (Bengel),

dont le nombre et la section ont été déterminés expérimentalement.

Le panier en porcelaine admet une quantité d'air égale à neuf fois celle du gaz ; 7,5 volumes sont employés pour le courant d'air extérieur et 1,5 pour le courant intérieur.

Les trous de la couronne peuvent avoir jusqu'à un millimètre de diamètre ; c'est une des causes de la supériorité des brûleurs à cheminée sur les becs à air libre. On obtient de bons résultats en dépensant à peu près 100 litres par carcel-heure.

Le bec Albert n'a pas de panier : la partie inférieure est librement ouverte. Le gaz est amené par trois tubes recourbés. Une tige assez longue commande un obturateur placé sur le tube d'arrivée du gaz et qui règle la quantité de ce fluide ; le bec est en veilleuse lorsque cet obturateur est complètement fermé. On dispose quelquefois au-dessus de la flamme un disque horizontal qui rabat sur elle le courant d'air intérieur. L'obturateur est d'un emploi commode pour le réglage, mais la quantité d'air admise est trop grande pour un bon rendement.

22. Becs intensifs à air libre. — Le brûleur employé le plus souvent dans les lanternes

pour l'éclairage public consomme 140 litres ; les brûleurs ordinaires à air libre ne peuvent être employés avantageusement avec une dépense supérieure à 450 litres. Pour lutter avec la lumière électrique, on a été amené à combiner des becs intensifs fonctionnant à l'air libre.

Dans cette catégorie rentre le bec inauguré par la Compagnie parisienne, en 1879, dans la rue du Quatre-Septembre. Il se compose de six papillons A, A de 0,6 millimètre (*fig. 14*), disposés à égale distance sur un cercle horizontal B, et ayant leurs fentes tangentes à cette circonférence.

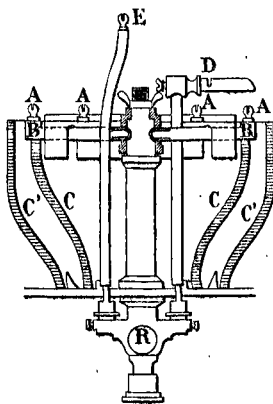


Fig. 14. — Bec du 4 septembre.

Deux coupes de cristal concentriques CC', placées au-dessous des brûleurs, déterminent deux courants d'air, l'un intérieur au cercle des flammes, l'autre extérieur, qui donnent de la fixité à ces flammes. Les verres de la lanterne servent de cheminée. Les diamètres des cloches sont calculés pour obtenir le rendement maximum.

Un petit bec D est constamment en veilleuse; il permet d'effectuer l'allumage sans ouvrir la lanterne; il suffit de tourner convenablement le robinet à trois voies R. La manœuvre du même robinet permet d'éteindre, à minuit, les six becs de la couronne et d'allumer le papillou central E.

Les courants d'air qui traversent la lanterne refroidissent assez les vitres et le cône de porcelaine qui surmonte la flamme pour qu'on puisse brûler jusqu'à 1 400 litres sans avoir à craindre la rupture de ces pièces sous l'influence des intempéries.

Le bec du 4 septembre donne une intensité horizontale de 13 carcel et produit dans les rues un éclairage assez uniforme. Mais il n'est pas très économique et ne donne qu'un rendement assez faible, une carcel pour 108 litres; il semble donc appelé à disparaître, sauf dans les pays où le gaz se vend très bon marché.

23. Becs à récupération. — Ces becs tendent à se substituer aux becs intensifs, car ils consomment environ moitié moins de gaz pour produire la même quantité de lumière. Ils sont fondés sur ce fait que le rendement lumineux

augmente avec la température de la flamme et, par suite, avec la température de l'air de combustion. Chaussenot construisit le premier, en 1836, un brûleur fondé sur ce principe. M. Fr. Siemens a inventé, en 1880, un bec à récupération qui est assez répandu en Allemagne, mais qui a été abandonné en France, à cause de son prix élevé, de son aspect désagréable et de son entretien coûteux.

Le bec *Parisien* se compose de becs à fente en stéatite AA, disposés en cercle sur un chandelier C, autour d'un bec de minuit B (fig 15). Les fentes sont inclinées sur la circonférence. Les becs sont placés dans une coupe en verre D, fermée hermétiquement, en

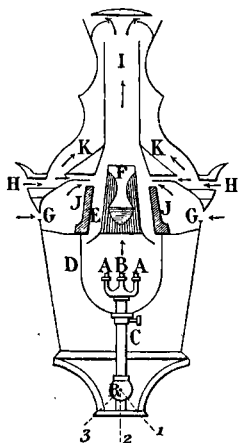


Fig. 15. — Bec Parisien.

haut et en bas, par des joints en amiante. Les produits de la combustion s'échappent verticalement à travers le récupérateur E, formé d'une feuille de nickel tronconique et plissée. Un obturateur de même métal F, placé à l'intérieur,

rejette les gaz contre la feuille plissée, qui se trouve ainsi portée au rouge.

L'air d'alimentation pénètre par les trous de deux galeries G, II ; le premier courant descend autour du récupérateur et se rend tout entier aux brûleurs ; le second se divise en deux parties : la première descend aussi aux becs ; la seconde, aspirée par les produits de la combustion, s'élève autour de la cheminée I, dont elle active le tirage. Une garniture d'amiante J protège le récupérateur contre le refroidissement. Grâce à ces dispositions, l'air qui pénètre dans la coupe se trouve porté à une température d'environ 500°.

Les surfaces coniques K, K protègent la coupe D, fortement chauffée, contre la pluie, qui la briserait.

Le robinet à trois voies R peut prendre trois positions, qui correspondent, la première à la veilleuse, la seconde à la couronne entière, la troisième au bec de minuit seul.

686 becs de ce système sont actuellement en service à Paris, pour l'éclairage public ; ils comportent de 3 à 12 brûleurs, plus le bec de minuit, et consomment de 225 à 1000 litres. Le rendement augmente avec le débit.

Le bec *Industriel* diffère du précédent par

quelques détails. Le récupérateur, également en nickel, est formé de deux cylindres concentriques, reliés par une série de tubes horizontaux en quinconce. Les produits de la combustion s'échappent par ces tubes, que l'écoulement de l'air descendant l'air d'alimentation. Cette disposition et la suppression de l'obturateur utilisent peut-être mieux la chaleur perdue et empêchent les coups de feu. En outre, la coupe de verre est sensiblement sphérique, de sorte que ses parois se trouvent plus éloignées des flammes.

1280 becs de ce type sont employés actuellement à Paris pour l'éclairage public.

Il existe un certain nombre d'autres becs à récupération analogues, qui diffèrent des précédents par la disposition du récupérateur. Tels sont les becs Moderne, Mortimer Sterling, Guibout, etc.

Dans le bec *Moderne*, le récupérateur est tout en nickel : il est formé d'une série de tubes ovoïdes, à travers lesquels descend l'air d'alimentation, tandis que les gaz brûlés s'échappent le long des parois extérieures.

M. *Mortimer Sterling* emploie comme récupérateur un cylindre vertical en nickel, traversé par des lames de même métal, dont les plans passent tous par l'axe : ces lames font

saillie à l'intérieur et à l'extérieur du cylindre. Les produits de la combustion passent dans le cylindre et portent au rouge les parties intérieures des lames ; les parties extérieures s'échauffent par conductibilité et cèdent leur chaleur à l'air d'alimentation, qui descend autour du cylindre. On obtient ainsi une très grande surface de chauffe et l'on peut, grâce à la simplicité du récupérateur, donner à ses diverses parties une épaisseur suffisante pour lui assurer une longue durée. Il importe seulement que les joints soient suffisamment étanches. Le rendement de ces deux becs, dont un certain nombre sont en service dans les rues de Paris, est sensiblement égal à celui des précédents.

Le récupérateur du bec *tubulaire* se compose d'une série de tubes verticaux cylindriques, que traverse l'air d'alimentation. Celui du bec *Guibout* comprend un tronc de cône et une demi-sphère en terre réfractaire, entre lesquels s'échappent les gaz brûlés. Autour de cet appareil règne une double enveloppe métallique : l'air d'alimentation s'élève d'abord dans l'enveloppe extérieure, puis redescend entre l'enveloppe intérieure et le cône en terre réfractaire.

24. Becs à flamme renversée. — D'autres becs à récupération, destinés plutôt à l'éclairage intérieur, sont à flamme renversée et projettent la lumière vers le bas. Dans le bec *Wenham*, le gaz descend par le tube central A (fig. 16) et

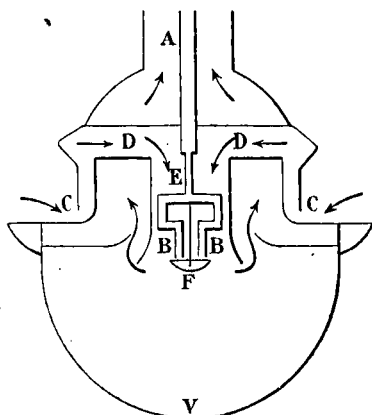


Fig. 16. — Bec Wenham.

s'échappe par une couronne de porcelaine B, semblable à celle du bec d'Argand. L'air d'alimentation arrive par les ouvertures C et les conduits D à la chambre E, d'où il se répand à l'intérieur et à l'extérieur de la flamme. Cet air est chauffé dans la chambre E et les conduits D, que lèchent, en s'échappant, les produits de la combustion. Le courant d'air intérieur est séparé de la flamme par une toile métallique, qui

empêche la combustion de se propager dans le brûleur. Une calotte F épanouit la flamme, qui est entourée d'un globe de verre V hermétiquement fermé, mais qui s'ouvre à l'aide d'une charnière pour l'allumage.

Le bec Wenham se construit en un grand nombre de types, consommant de 140 à 900 litres et plus.

Les becs Cromartic, Bandsept, Danichewski, Sée, Esmos, Gasomultiplex, etc., présentent des dispositions analogues.

25. Becs à incandescence. — Dans tous les brûleurs décrits jusqu'ici, la lumière est due aux particules de carbone en suspension dans la flamme et portées à l'incandescence. On en construit d'autres aujourd'hui dans lesquels le gaz ne sert qu'à chauffer un corps étranger à une température suffisamment élevée; il faut alors introduire assez d'air pour brûler complètement le gaz, comme dans les becs de Bunsen employés dans les laboratoires; la fumée se trouve complètement supprimée; mais il est difficile de trouver des corps qui puissent être chauffés rapidement au rouge blanc et qui supportent longtemps cette température sans s'altérer.

Dans le bec *Sellon*, le corps porté à l'incandescence est une mèche en toile de platine iridiée; dans le bec *Clamond*, c'est un panier de magnésie, placé au-dessous d'un récupérateur de chaleur, comme dans les becs précédents.

Le plus employé de ces brûleurs est le bec *Auer von Welsbach* (fig. 17). Un bec de Bunsen, produisant un mélange de 2,88 volumes d'air environ pour un volume de gaz, porte à l'incandescence un manchon obtenu de la manière suivante. Une mèche de très bon coton est coupée en morceaux, qu'on renforce à l'une de leurs extrémités avec un morceau de tulle et qu'on nettoie à l'ammoniaque, puis à

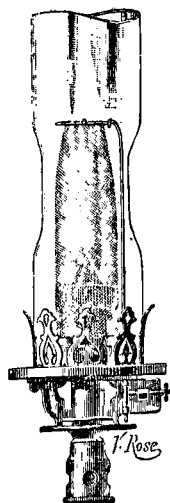


Fig. 17. — Bec Auer.

l'acide chlorhydrique étendu, enfin à l'eau distillée. On plonge ensuite dans une dissolution incolore contenant, dit-on, des azotates de thorium, d'yttrium, de zircon, de didyme, de lanthane, etc. On exprime le liquide, on donne au manchon une forme conique en l'enfonçant dans un moule en bois, puis on le chauffe quelques

minutes avec une flamme très chaude; le coton est brûlé et disparaît; les azotates sont réduits et laissent un tissu composé d'oxydes métalliques.

La fragilité de ce tissu oblige à prendre certaines précautions pour l'allumage. Si on allumait par le haut du verre, comme on le fait d'habitude, la petite détonation causée par le mélange du gaz avec l'air pourrait briser le manchon.

Le rendement de ce brûleur est très élevé, mais il diminue avec le temps sans que les changements subis par le manchon modifient sensiblement son aspect extérieur. Ainsi, la consommation, qui est seulement de 24 litres avec un manchon neuf, s'élève peu à peu jusqu'à 92 litres après 1 000 heures de service.

La durée des manchons varie de 800 à 1 200 heures.

Ce bec dégage peu de chaleur et vicie moins l'atmosphère que les brûleurs ordinaires. La lumière est un peu blafarde, mais elle altère moins les couleurs que la lumière ordinaire du gaz.

26. Éclairage Denayrouze. — Plusieurs inventeurs se sont efforcés de réduire encore la

dépense des becs à incandescence ou d'accroître leur rendement. Parmi ces derniers systèmes se place le brûleur Denayrouze, qui emploie un mélange de gaz et d'air dans des conditions bien déterminées de composition, de pression et de vitesse. Les deux gaz arrivent dans une enveloppe constituant le corps de la lampe (*fig. 18*), où ils sont vigoureusement brassés et mélangés par un petit ventilateur-malaxeur à palettes ; le mélange est ensuite poussé vers le brûleur, où on l'allume sous le manchon, comme pour tous les becs à incandescence.

Les palettes peuvent recevoir le mouvement

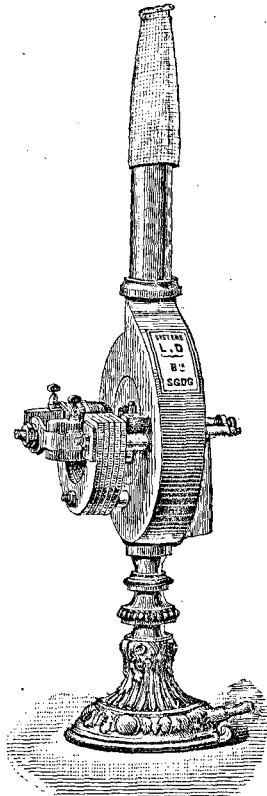


Fig. 18. — Brûleur Denayrouze.

d'un moteur quelconque : on emploie le plus souvent un très petit moteur électrique, qu'on voit à gauche de la figure ; cet appareil minuscule, qui se compose d'une bobine réceptrice tournant entre les branches d'un aimant, peut être actionné par une pile ou un accumulateur de faible capacité.

Un régulateur très simple assure l'uniformité de la rotation. La dépense d'énergie électrique n'atteindrait pas en moyenne un watt par heure pour un appareil de 300 bougies.

D'après l'inventeur, cette lampe consomme 1 litre de gaz par bougie-heure ; elle serait donc plus économique que l'arc électrique. Le modèle représenté donnerait 300 bougies avec une consommation de 300 litres à l'heure.

Pour obtenir une grande intensité lumineuse, on réunit plusieurs manchons sur une couronne ou bien on les dispose sur un même appareil, qu'on alimente par un mélangeur de diamètre suffisant,

On construit des appareils donnant jusqu'à 2 000 bougies.

Au dehors, les lanternes ordinaires suffisent presque toujours pour protéger les manchons contre les courants d'air. A l'intérieur comme à l'extérieur, on supprime souvent la cheminée

cylindrique : il suffit d'entourer les manchons d'une verrine en forme de tulipe, qui diffuse mieux la lumière.

27. Bec à albobarbon. — Au lieu d'employer le gaz d'éclairage à échauffer un corps solide, qui devient éclairant, on peut augmenter l'éclat de sa flamme en y introduisant une plus forte proportion de carbone : il suffit de faire passer préalablement le gaz dans un hydrocarbure à poids moléculaire élevé ; on peut soumettre à cette opération soit un gaz pauvre, soit le gaz de ville ordinaire.

La naphthaline est le carbure qui a donné jusqu'ici les meilleurs résultats. Cette substance, qui fond vers 80° et possède déjà, à l'état solide, une forte tension de vapeur, est renfermée dans un réservoir sphérique, que le gaz traverse avant d'arriver au bec. Une lame métallique, placée au-dessus du brûleur, chauffe ce réservoir par conductibilité, de manière à fondre le carbure. Le brûleur est généralement un bec Manchester de 107 litres, donnant 3,5 carrels pour une consommation de 17 grammes de naphthaline à l'heure.

Cet appareil donne une flamme bien fixe et bien blanche ; on lui reproche souvent de ré-

pandre l'odeur désagréable de la naphthaline, ce qui limite son emploi aux établissements où cette odeur peut être masquée par d'autres. Cette critique nous paraît exagérée ; l'odeur ne se fait généralement sentir qu'au moment où on remplit les récipients.

CHAPITRE V

—

ÉCLAIRAGE AUX GAZ SPÉCIAUX

28. Gaz riche et gaz portatif. — On a cherché à obtenir, avec d'autres matières que la houille, des gaz propres à l'éclairage ; cette opération est quelquefois avantageuse, mais aucun de ces systèmes n'a pris une extension comparable à celle du gaz de houille.

Un schiste bitumineux noir, appelé en minéralogie *ampélite* et, dans l'industrie, *boghead* ou *cannel-coal*, donne, par une distillation analogue à celle de la houille, un gaz contenant environ 70 à 75 d'hydrocarbures, 27 à 21 de gaz carbonique et 3 à 4 d'oxyde de carbone.

Ce gaz peut être utilisé pour enrichir le gaz ordinaire, préparé avec des houilles maigres ; il peut servir aussi, à cause de l'installation peu coûteuse, à l'éclairage intermittent des grands établissements et des villes d'eaux. Il constitue aussi le *gaz portatif* que l'on comprime à 20 kilogrammes dans des réservoirs placés sur un camion. Chaque abonné possède

des récipients qu'on met en communication avec les premiers et qui se chargent ainsi à 4 ou 5 kilogrammes. Ce gaz portatif est surtout employé dans la banlieue de Paris, où l'établissement des canalisations pour le gaz ordinaire serait trop coûteux.

29. Gaz d'huile de tourbe, de bois. — Beaucoup d'autres substances carbonées peuvent encore donner un gaz riche : telles sont les huiles végétales et minérales, les graisses, les résines, etc. La fabrication consiste à projeter ces matières sur des corps réfractaires, chauffés au rouge : le gaz est ensuite épuré sommairement par la chaux et l'oxyde de fer. Ce procédé est employé dans certaines usines, où l'on utilise les graisses ou suints provenant du lavage des laines. Il est appliqué aussi dans les systèmes Maring et Mertz, Durieux, Pintsch. Certaines Compagnies de chemins de fer utilisent le gaz d'huile, comprimé à 12 kilogrammes dans des réservoirs ou accumulateurs, pour l'éclairage des wagons.

La distillation du bois donne un gaz peu éclairant, mais qui devient suffisamment riche si on le porte aussitôt à une haute température, ce qu'on obtient en chauffant fortement les cornues qui contiennent le bois. La tourbe se comporte d'une manière analogue.

30. Gaz à l'eau. — En faisant passer sur du charbon porté au rouge un courant de vapeur d'eau, seule ou mélangée d'air, on obtient un mélange, en proportions variables, d'hydrogène, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. Ce dernier gaz peut être absorbé par la chaux. Dans tous les cas, le mélange ainsi produit brûle avec une flamme chaude, mais peu brillante. De nombreuses tentatives ont été faites cependant pour appliquer ce gaz à l'éclairage. On a d'abord essayé d'utiliser la grande chaleur dégagée dans la combustion pour porter un corps solide à l'incandescence. On préfère aujourd'hui l'enrichir par des carbures de goudron ou d'huile minérale. Ce système est fréquemment employé en Amérique, où la houille manque souvent; en France, il est utilisé à la Bourboule.

31. Éclairage Gardie. — La société des moteurs thermiques Gardie, de Nantes, a eu récemment l'idée d'appliquer à l'alimentation du bec Auer le gaz riche qu'elle utilise pour ses moteurs et qui présente la composition moyenne suivante :

Oxyde de carbone	25	} 52
Hydrogène	25	
Hydrocarbures fixes	2	
Gaz carbonique.	4	} 48
Oxygène	1	
Azote	43	

soit 52 volumes de gaz combustibles et 48 volumes de gaz inertes ; il n'y a pas de matières condensables.

Ce gaz, produit par un gazogène qui travaille à une pression d'au moins 3 kilogrammes, possède, d'après M. Witz, un pouvoir calorifique de 1 400 à 1 500 calories par mètre cube, à 0° et 760 millimètres. Grâce à ces conditions spéciales, il peut fournir une belle lumière par incandescence. Ce gaz revient, d'après la Société, à 0^{fr},017, tandis que le gaz de ville coûte généralement 0^{fr},30. En admettant que la carcel-heure exige 20 litres de gaz de ville ou 60 litres de gaz Gardie, le prix de revient est de 0^{fr},006 dans le premier cas et de 0^{fr},001 dans le second.

32. Gaz à l'air. — Ce gaz s'obtient en chargeant l'air de vapeurs carburées. On le fait passer pour cela dans un *carburateur* contenant des substances convenables. On s'est servi d'abord de goudrons et de schistes ; on utilise aujourd'hui la gazoline, de densité 0,650.

On emploie généralement des becs à trous avec cheminée ou des brûleurs à récupération.

Ce gaz est très dangereux à employer, car, en présence d'un excès d'air, il devient fortement explosif.

CHAPITRE VI

ÉCLAIRAGE A L'ACÉTYLÈNE

33. Fabrication du carbure de calcium.

— L'acétylène, découvert par Davy en 1836, convient parfaitement à l'éclairage, car il brûle avec une flamme blanche et éclatante ; mais il n'a pas été employé jusqu'à ces derniers temps, parce qu'on ne connaissait pas de procédé pratique pour le préparer en grande quantité. Il n'en est plus de même depuis qu'on peut l'obtenir à l'aide du *carbure* ou *acétylure de calcium* et de l'eau.

Ce carbure, signalé en 1893 dans un brevet américain de M. Willson, a été préparé par MM. Moissan et Bullier en 1894, et se prépare industriellement aujourd'hui au moyen du four électrique. On sait que, dans certains fours, la chaleur est due à l'arc électrique, les substances à traiter étant placées à l'une des électrodes ou dans le voisinage de l'arc ; dans les autres, ces

matières sont intercalées entre les deux charbons et, formant une portion résistante du circuit, sont portées ainsi à une haute température. Ces deux systèmes peuvent être employés indifféremment pour la fabrication du carbure de calcium : on introduit généralement dans l'appareil cinquante-six parties de chaux et trente-six de charbon, et l'on fait passer le courant ; le mélange entre en fusion et l'oxyde de carbone produit brûle avec une flamme bleue.



En l'état actuel des choses, la fabrication de l'acétylure de calcium ne peut être pratique que si l'on a la force motrice à très bas prix. Il faut donc recourir aux chutes d'eau, sauf dans les usines qui ont de la vapeur perdue à utiliser. Le rendement actuel ne dépasse guère 4 kilogrammes de carbure par cheval et par jour.

A l'usine de Spray (North Carolina), le prix de revient de la tonne de carbure se décompose ainsi :

Matières premières.	76 ,55
Force motrice :	16 ,85
Main-d'œuvre.	56
Intérêt et amortissement de l'installation.	18 ,04
Prix de la tonne de carbure . . .	<u>107^{fr},44</u>

Ce prix doit être modifié suivant les circonstances locales : à Spray, la force motrice, fournie par des turbines, est estimée à 25 francs le cheval-an ; en Suisse, on compte 100 francs. Le prix de revient du carbure s'élève alors à 200 francs la tonne environ. Le prix de vente est généralement de 400 francs pour les quantités supérieures à une tonne, de 500 francs entre une tonne et 100 kilogrammes et de 550 francs au-dessous de cette limite. Il est probable que ces prix pourront être abaissés par le perfectionnement des procédés de fabrication et notamment par l'emploi des fours à fusion continue.

34. Propriétés du carbure de calcium.

— L'acétylure de calcium est un solide gris noirâtre mordoré, cristallisé, de densité 2,22 ; il contient 66,5 % de calcium et 27,5 % de carbone.

Il se décompose au contact de l'eau en donnant de l'acétylène et des traces de sulfure, phosphore, arséniure, siliciure d'hydrogène. Cette réaction est accompagnée d'un dégagement de chaleur d'autant plus considérable que la quantité d'eau employée est plus faible.

35. Production de l'acétylène. — On produit l'acétylène par l'action de l'eau sur l'acétylure de calcium.



Généralement, on verse de l'eau sur le carbure: il vaudrait mieux plonger ce dernier dans le liquide; l'excès d'eau permettrait de refroidir le gaz et de dissoudre les traces d'ammoniaque qui peuvent l'accompagner.

36. Appareils à basse pression. — Certains appareils portatifs servent à la fois à produire l'acétylène et à le brûler; nous les indiquerons avec les brûleurs. Nous décrivons seulement ici les gazogènes construits pour fournir le gaz à un certain nombre de becs; les uns produisent l'acétylène gazeux soit à une faible pression, soit à une pression élevée; les autres le donnent à l'état liquide.

Les gazogènes du premier groupe produisent le gaz régulièrement, proportionnellement à la consommation: le volume ou la pression sont maintenus constants automatiquement.

L'appareil de M. Trouvé est fondé sur le principe bien connu du briquet à hydrogène. Une cloche (*fig.* 19), portant, à sa partie supérieure,

un tube à robinet qui se rend au gazomètre,

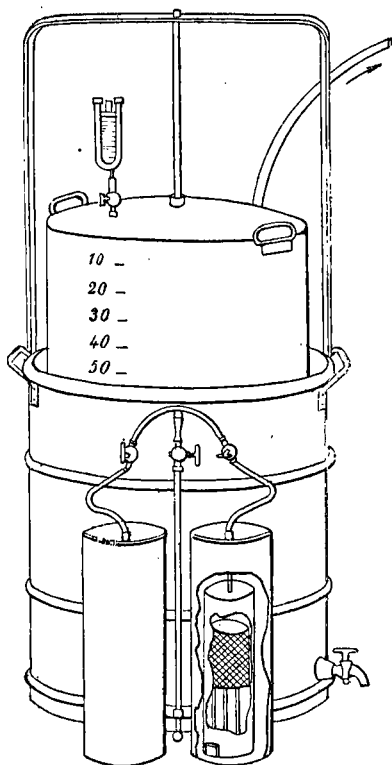


Fig. 19. — Appareil Trouvé pour la production de l'acétylène.

renferme un panier en toile métallique rempli de carbure de calcium ; cette cloche se place sur

un vase contenant de l'eau. Quand le bec est ouvert, l'eau attaque le carbure ; l'acétylène monte au sommet de la cloche et s'échappe par le tube à robinet. Dès que le robinet est fermé, le gaz, s'accumulant dans la cloche, refoule l'eau, qui cesse bientôt d'être en contact avec l'acétylure : la production s'arrête alors jusqu'à ce que l'on ouvre de nouveau le robinet. En réalité, l'acétylure peut continuer à se décomposer sous l'action de la vapeur d'eau. On peut éviter cet inconvénient en joignant à l'appareil une sonnerie électrique qui avertit lorsque la cloche est complètement remplie.

Dans l'appareil de M. A. Cerckel (*fig. 20*), le carbone est placé dans un générateur C et contenu dans une série de paniers superposés. L'eau est fournie par le réservoir A, muni d'un robinet d'arrêt B. Lorsque la cloche M du gazomètre est remplie, elle vient buter contre un levier qui actionne le robinet K, commandant l'admission de l'acétylène dans ce gazomètre. Le gaz, continuant à se produire, refoule l'eau en A ; une balle de caoutchouc F, qui flotte sur ce liquide, vient s'appliquer, par la pression du gaz, sur l'orifice inférieur du gazogène ; cette balle forme soupape ; elle empêche l'acétylène de se dégager en A et la vapeur émise par l'eau,

de pénétrer en C et de continuer à attaquer le carbure. Dès que la pression diminue dans le gazomètre, la cloche s'abaisse, le robinet K

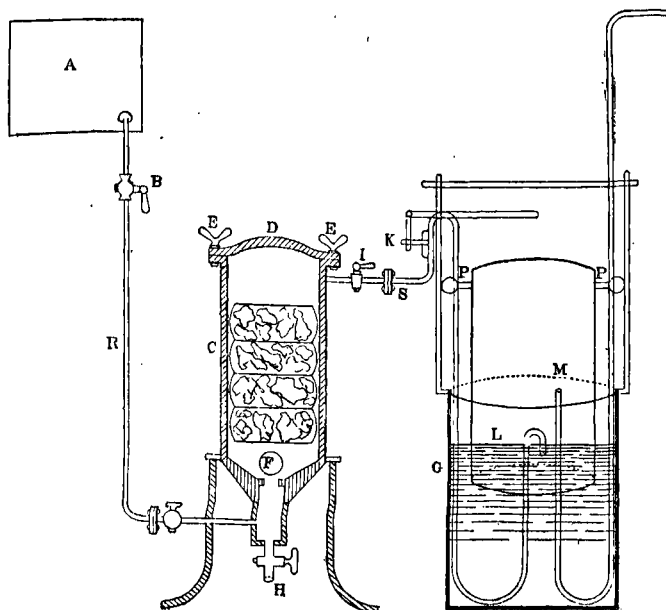


Fig. 20. — Appareil Cerekol.

s'ouvre de nouveau ; l'eau soulève la boule F et pénètre dans le réservoir C, où elle attaque le carbure.

Dans l'appareil Bon, employé par la Compagnie continentale d'Éclairage par le gaz Acé-

tylène, le carbure est placé dans une caisse F (fig. 21), divisée en compartiments par des cloisons : chaque casier communique avec le suivant par une encoche pratiquée à la partie supérieure de la cloison, et renferme une provision d'acétylure suffisante pour remplir une fois le gazomètre B. Cette caisse est recouverte d'une cloche H et repose sur une cuve E contenant un peu d'eau, qui refroidit le gaz et forme joint hydraulique.

Le carbure est attaqué par l'eau provenant du réservoir C, qui est amenée par les tubes G et G'. Un robinet à contrepoids r, dont la tête repose sur la cloche du gazomètre, règle l'arrivée du liquide et l'intercepte complètement quand le gazomètre est plein ; on n'a donc pas à craindre de surproduction du gaz.

L'acétylène se rend au gazomètre par le tube D, dont l'extrémité plonge de quelques centimètres dans l'eau, ce qui permet de refroidir le gaz et d'arrêter les traces d'ammoniaque. En sortant de cet appareil par le tuyau K, le gaz traverse une colonne d'épuration L, contenant de la pierre ponce imbibée de sulfate de cuivre et surmontée d'une petite couche de carbure de calcium : le premier sel retient le

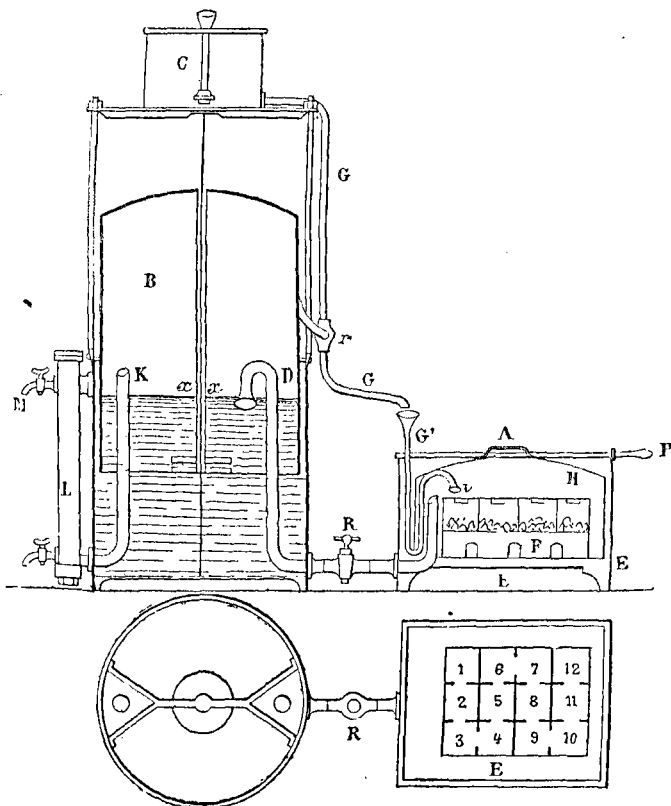


Fig. 21. — Appareil Bon.

phosphore et l'arséniure d'hydrogène ; le second sert de desséchant.

LEPÈRE — Éclairage, II

6

On peut employer dans le gazomètre B de l'eau salée, qui dissout beaucoup moins d'acétylène que l'eau ordinaire ; la même remarque s'applique à tous les autres gazomètres.

MM. Beau et Bertrand-Taillet font, au contraire, tomber le carbure dans l'eau. Une cloche se meut dans l'espace annulaire compris entre deux cuves, l'une intérieure, l'autre extérieure (*fig. 22*), et porte suspendus, sous son couvercle, des tubes mobiles A, au nombre de quatre ou sept, fermés par des tampons et contenant chacun environ 2 kilogrammes d'acétylure. Chaque tube porte, à la partie inférieure, une soupape B, maintenue par un contrepoids P. La cloche est munie, en outre, d'une soupape de sûreté J et d'un bouchon E, qui sert à introduire quelques morceaux de carbure pour la mise en marche.

L'eau est alors amenée du réservoir C, par le robinet H, et la cloche s'élève ; le mélange d'air et d'acétylène est chassé par un robinet placé sous le séchoir F, et l'appareil est prêt à fonctionner. A mesure que la cloche descend, les divers contrepoids, placés à des hauteurs différentes, se trouvent arrêtés successivement, et les divers tubes laissent tomber, à tour de rôle, leur charge dans l'eau. Le gaz traverse le sécheur-épurateur F et se rend aux brûleurs par le

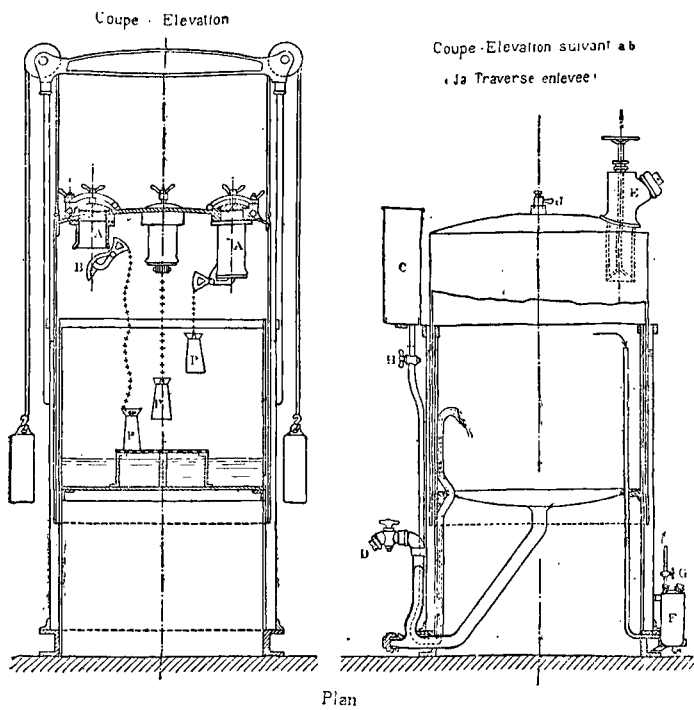


Fig. 22. — Appareil Beau et Bertrand-Taillet.

robinet G. La cloche sert donc, à la fois, de gazogène et de gazomètre. L'eau de chaux s'enlève par un siphon de vidange muni d'un robinet D. L'acétylure étant décomposé par un excès d'eau, la température ne dépasse pas 35 à 38°.

Parmi les appareils fonctionnant à basse pression, on peut citer encore ceux de MM. Lequeux-Wiesnegg, Dickerson, Leroy et Janson, Serpollet-Létang, de la Société l'Acétylène, etc.

37. Appareils à haute pression. — Ces gazogènes fournissent l'acétylène sous toutes pressions jusqu'à la liquéfaction.

L'appareil de MM. Ducretet et Lejeune se compose de deux récipients B, B (*fig.* 23) : le premier, qui contient le carbure, est muni d'un couvercle à fermeture rapide avec joint hermétique bloqué ; le second renferme la quantité d'eau nécessaire pour décomposer cette provision de carbure. Ces deux récipients peuvent être réunis directement par la pièce A ou reliés à distance par des tubes munis de robinets d'arrêt. L'eau s'écoule par le tube T ; le gaz se dégage par T', de sorte qu'il y a toujours égalité de pression dans les deux réservoirs.

Au bas du tube T, l'eau traverse un régula-

APPAREILS A HAUTE PRESSION

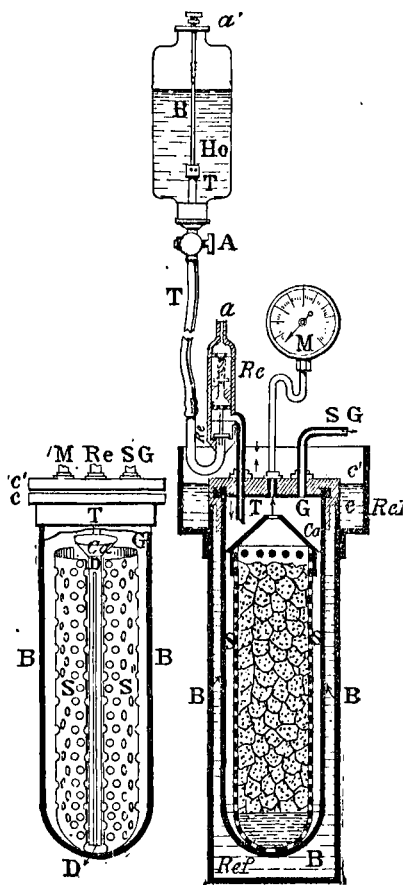


Fig. 23. — Appareil Ducretet et Lejeune.

teur de débit Re : dès que la pression intérieure atteint la limite fixée, une membrane m , communiquant avec l'air extérieur, se bloque sur son siège : le ressort Re , rendu libre, agit sur un clapet, qui bouche l'orifice du tube T et arrête l'écoulement du liquide.

L'acétylure est contenu dans un ou plusieurs récipients perforés S, séparés du récipient B par un petit intervalle. L'eau tombe dans l'entonnoir Ca et arrive au fond de l'appareil par le tube fendu D : la décomposition se fait donc de bas en haut, le tube D se bouchant peu à peu, à partir du bas, par suite de la formation de la chaux.

L'appareil Bullier (*fig. 24*) se compose d'un cylindre A en acier soudé, mobile autour de deux tourillons, pour faciliter le nettoyage, et rempli d'eau aux deux tiers de sa hauteur. Le carbure est placé dans un panier percé de trous, qu'on enfonce progressivement en faisant glisser à la main la tige D, qui traverse un presse-étoupes. L'orifice de chargement est fermé par un anneau en caoutchouc et des boulons à rabattement avec écrous à oreilles. Avant d'agir sur la tige D, on projette quelques morceaux de carbure par l'orifice C, que ferme une plaque à étrier, afin de chasser l'air contenu dans le

gazogène, le serpentin K, le dessiccateur II et le tuyau de chargement relié au robinet R^m. On ferme alors les robinets R, R^m, on fixe en R^m le

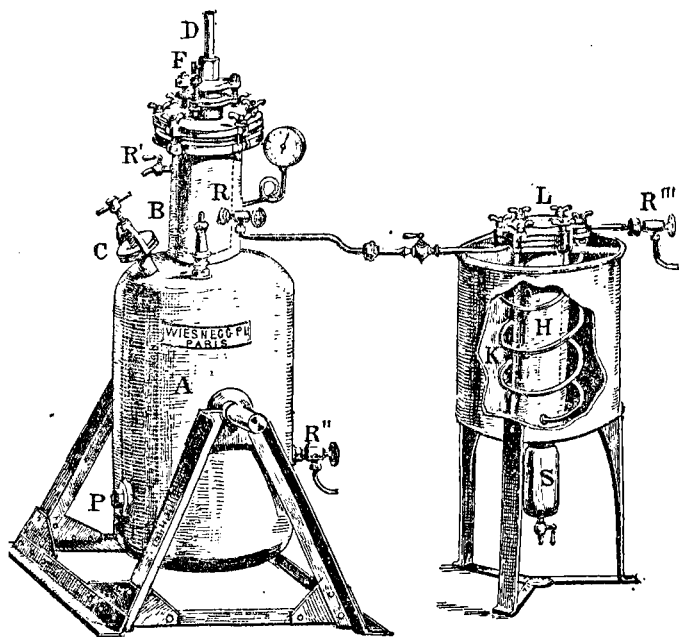


Fig. 24. — Appareil Bullier.

réceptif qu'on veut remplir, on fait descendre la tige D jusqu'à ce qu'on ait obtenu la pression fixée et l'on ouvre RR^m. Si la pression

intérieure est trop forte, on peut faire écouler de l'eau par le robinet R".

M. Dickerson a construit aussi un appareil à haute pression.

38. Appareils à acétylène liquide. — Les gazogènes du groupe précédent pourraient être utilisés pour préparer l'acétylène liquide ; cependant, il existe quelques appareils destinés plus spécialement à cette fabrication. MM. Dickerson et Suckert trouvent plus économique de liquéfier l'acétylène sous sa propre pression ; M. Pictet préfère se servir d'une pompe de compression.

Dans le premier appareil, le carbure de calcium est placé dans un générateur en fer forgé A (*fig.* 25), entouré d'une bêche B où circule un courant continu d'eau froide : l'eau nécessaire à la réaction est amenée par le robinet 18, qu'on ouvre graduellement, et la rampe 33. L'acétylène humide se rend par le tube 3 au serpentin C, entouré d'un courant d'eau froide. De là, l'eau de condensation retombe par 4¹ en E, tandis que le gaz arrive par 4 et 5 dans le dessiccateur F où se trouvent de larges tablettes recouvertes de carbure de calcium, qui arrête les dernières traces d'humidité. Le gaz, ainsi des-

séché, se liquéfie dans le condenseur G et se rend au récipient I, entouré d'un réfrigérant K, d'où on le fait passer dans une bouteille de fer L.

Au commencement de l'opération, on fait dé-

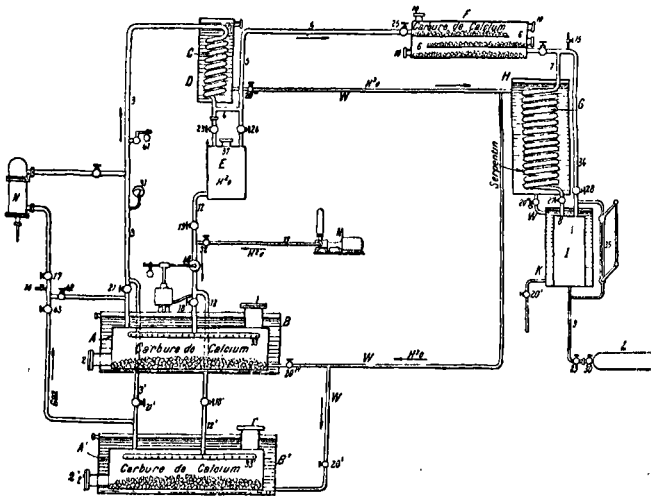


Fig. 25. — Appareil Dickerson et Suckert.

gager un peu de gaz pour chasser l'air par le tuyau Q, fixé au fond du récipient I. L'appareil comprend, en outre, un second générateur A', ce qui permet de rendre la fabrication continue : on prépare l'un des récipients pendant qu'on se sert de l'autre.

Dans l'appareil de M. Pictet, l'acétylène est préparé sous une cloche reposant sur un vase dont l'eau se renouvelle d'une façon continue, et dans lequel on jette le carbure morceau par morceau ; il traverse deux séries de bonbonnes contenant, les premières du chlorure de calcium maintenu à 0°, les secondes de l'acide sulfurique à — 21°, et se rend dans un gazomètre. De là, il est liquéfié par des compresseurs réfrigérants et emmagasiné dans des tubes en acier nickelé, pouvant supporter une pression de 260 kilogrammes.

Ces tubes sont munis d'un bouchon à soupape B, sur lequel on visse la pièce D, destinée à régler la sortie du gaz (*fig.* 26). Pour cela, on ouvre la soupape en agissant sur le bouton F : le gaz s'échappe à travers le détendeur *a*, qui régularise le débit. Le manomètre *b* indique la pression. Les réservoirs se remplissent aux deux tiers de leur volume et, d'après l'inventeur, la pression intérieure ne dépasserait pas quarante à cinquante atmosphères en été.

39. Propriétés de l'acétylène. — L'acétylène C^2H^2 est un gaz incolore, d'une odeur alliagée, de densité 0,92. Il se décompose en ses éléments en passant dans un tube de porcelaine

chauffé au rouge vif ou bien par l'action d'une série d'étincelles ou par le choc dû à la détonation d'une petite cartouche de fulminate. L'acétylène est endothermique ; sa molécule se forme avec une absorption de 60,5 calories.

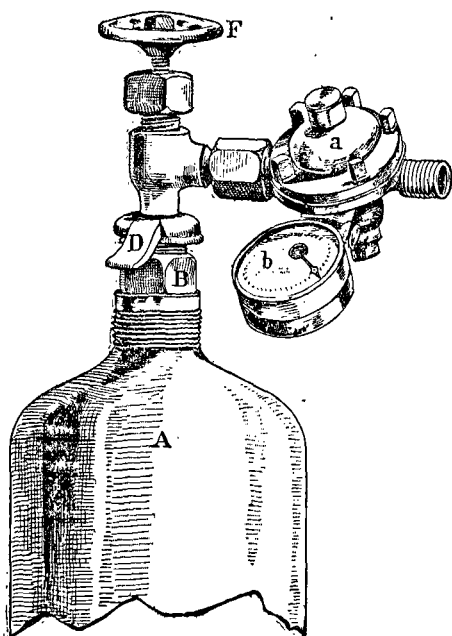


Fig. 26. — Fermeture et appareil de détente d'une bouteille à acétylène liquide.

La température d'inflammation de l'acétylène est voisine de 500°, tandis que celle de la plupart

des autres gaz combustibles est d'environ 600°. Avec l'air, il donne un mélange inflammable lorsque sa proportion est comprise entre 2,8 et 65 %. tandis que le gaz d'éclairage ne commence à donner des mélanges inflammables qu'à partir de 8,1 %. La chaleur de combustion de l'acétylène paraît être plus élevée que celle des autres gaz, éthylène et formène, qui constituent le gaz d'éclairage.

40. Pouvoir éclairant. — Le pouvoir éclairant de l'acétylène est considérable, comme le montre le tableau suivant, dressé par M. Lewes pour une consommation de 141¹,5.

	Pouvoir éclairant en candles
Formène	5,20
Gaz ordinaire.	16
Éthane	35,7
Propane	56,2
Éthylène	70
Butylène	123
Acétylène	240

Cette valeur élevée du pouvoir éclairant s'explique par la forte proportion de carbone contenue dans l'acétylène, par l'état endothermique de ce gaz et par sa haute température de combustion.

On voit par le tableau précédent que l'acétylène éclaire quinze fois plus que le gaz de Londres : M. Violle a montré qu'il éclaire environ vingt fois plus que le gaz de Paris. Enfin, son pouvoir éclairant est 3,5 fois supérieur à celui du bec Auer et 4,5 fois plus grand que celui du gaz d'huile employé dans les voitures de chemin de fer. Pour un même éclairage, l'acétylène consomme environ deux fois moins d'air que le gaz de houille.

Le tableau de la p. 94, que nous empruntons à MM. G. Dumont et Hubou, permet de comparer l'éclairage à l'acétylène avec les autres systèmes en usage.

41. Brûleurs à acétylène. — Avec les becs de gaz ordinaires, on n'obtient qu'une flamme rouge et fuligineuse, due à ce que l'air n'est pas en proportion suffisante ni en contact assez intime avec les particules de carbone. On peut obtenir une flamme éclairante en mélangeant d'avance l'acétylène, soit avec de l'air, soit avec un gaz inerte. Le premier procédé a l'inconvénient de donner un mélange explosif. Au contraire, M. Bullier a obtenu de bons résultats en employant 85 d'acétylène et 15 d'azote, qui a presque la même densité. Avec un débit de

Différents systèmes d'éclairage	Pouvoir éclairant	Consommation horaire	Consommation d'un bec acétylène de même pouvoir éclairant	Prix de revient	
				du bec-heure considéré	du bec-heure acétylène correspondant
	carcel	gr.	litres	cent.	cent.
Bougie de l'Étoile	0,125	10	//	2	//
Lampe carcel.	1	42	8	4,4	1,2
Lampe pétrole, 7 lignes, plat	0,5	20	4,25	1,94	//
Lampe pétrole, 18 lignes, rond	3,2	80	24	7,7	3,6
<i>Gas</i>			litres		
Bec papillon	1	140	8	4,2	1,2
" à jet, 30 trous	1	126	8	3,8	1,2
" Parisien	5,72	200	40	6	6
" "	9,60	300	67	9	11,2
" Cromartie PM	3,70	170	28	5,1	4,2
" " GM	5,72	370	40	11,1	6
" Industriel	7	350	49	10,5	7,3
" "	10	425	70	12,8	10,5
" "	22	750	122	22,5	18,3
" Wenham	5,08	170	37	5,1	5,5
" "	11,09	283	61	8,5	9,1
" "	12,30	426	68	12,8	10,2
" Auer n° 1 (1)	3	85	22,5	2,6	3,4
" "	5	126	37,5	3,6	5,6
Lampe à incandescence	1	30 st	8	3	1,2

(1) Pour les becs Auer, il faut ajouter le prix du renouvellement des manchons.

90 litres à l'heure, ce mélange donne environ seize carrels.

Il est plus simple encore de brûler l'acétylène seul dans des becs spéciaux, étalant la flamme en une lame extrêmement mince. On emploie généralement des becs papillon à fente très étroite ou des becs Manchester à trous très fins. Ces derniers donnent une flamme plus régulière. Tous ces becs ne permettent pas, avec l'acétylène, de faire varier l'intensité lumineuse comme on peut le faire avec le gaz de houille, en ouvrant plus ou moins le robinet : il n'y a guère qu'une valeur de la pression qui convienne. Si on augmente le débit, le pouvoir éclairant ne s'accroît pas sensiblement ; si on le diminue, la flamme devient fumeuse. On peut, cependant, baisser la flamme en veilleuse avec des becs en aluminium à un ou plusieurs trous parallèles très fins ; mais le pouvoir éclairant est moindre qu'avec un bec Manchester de même débit.

La flamme de l'acétylène est fixe, très blanche et très éclairante ; elle peut être utilisée pour la photographie.

42. Lampes portatives. — On a cherché aussi à construire des appareils portatifs, con-

tenant, à la fois, le gazogène et le brûleur. Certains de ces appareils, notamment celui de M. Trouvé, sont fondés sur le principe du briquet à hydrogène. D'autres reçoivent une alimentation d'eau ou de carbure proportionnelle au débit du brûleur ; d'autres, enfin, produisent l'acétylène sous forte pression et le détendent à l'aide d'un régulateur. Le premier de ces systèmes est évidemment le plus simple ; il est difficile de réaliser la proportionnalité cherchée dans les autres, car le carbure est attaqué plus vivement lorsqu'il est neuf qu'à la fin de la réaction. Dans tous les cas, il y a lieu de craindre les fuites.

On a essayé aussi de construire des lampes à acétylène liquide avec détendeur ; mais, outre les fuites, il y a à se préoccuper ici de la question de sécurité ; de plus, il est souvent difficile de se procurer le gaz liquéfié.

43. Carburation du gaz de houille. — Un autre mode d'utilisation de l'acétylène consisterait à le mélanger au gaz de houille pour en augmenter le pouvoir éclairant : on pourrait ainsi employer un gaz moins riche, plus convenable pour le chauffage et la force motrice. M. Lewes a constaté, en effet, que le pouvoir

éclairant d'un tel mélange augmente régulièrement avec sa teneur en acétylène. Mais il est assez difficile d'obtenir un mélange homogène, à cause de la différence des densités; de plus, en présence de l'ammoniaque contenue dans le gaz d'éclairage, l'acétylène pourrait attaquer les tuyaux ou les robinets de cuivre en formant un acétylure explosif; enfin, on n'a pas encore déterminé exactement la proportion qui convient le mieux pour diminuer la dépense.

44. Inconvénients de l'acétylène. — On reproche parfois à l'acétylène d'avoir une mauvaise odeur, d'être toxique, d'attaquer les métaux et d'être explosif.

Comme pour le gaz de houille, la mauvaise odeur est ici un avantage, puisqu'elle révèle immédiatement les fuites.

Quant à la seconde objection, M. Gréhan a montré récemment que l'acétylène est beaucoup moins toxique que le gaz ordinaire, et seulement à dose élevée: il faut une proportion d'au moins 40 %. Ainsi, dans une pièce de 10 mètres cubes, il faudrait, pour qu'il y ait danger, introduire au moins 4 mètres cubes d'acétylène, ce qui correspond au débit d'un bec ordinaire pendant deux cents heures.

Le reproche d'attaquer les métaux n'est pas plus fondé. Les expériences de M. Berthelot, les résultats obtenus dans les laboratoires et ateliers où l'on s'occupe de l'acétylène, montrent que le cuivre et ses alliages, le zinc, le plomb, l'aluminium, le platine, ne sont pas attaqués d'une façon appréciable.

Quant aux impuretés, elles sont en proportion très faible. Il y a, notamment, un peu de phosphore d'hydrogène, qui donne en brûlant de l'acide phosphorique, et ce dernier corps attaque les chapiteaux en tôle des lampes des wagons ; le même inconvénient se produit avec le gaz d'huile, qui contient de l'acide sulfhydrique se transformant, par la combustion, en acide sulfurique ; ces deux acides sont, d'ailleurs, moins nuisibles que la rouille.

Mélangé avec une proportion d'air convenable, l'acétylène détone au contact d'une flamme ; cette propriété est partagée par le gaz de houille et tous les gaz combustibles. Mais, dans ces conditions, l'acétylène s'enflamme plus facilement que le gaz d'éclairage et l'explosion paraît être plus brisante. Il faut donc éviter soigneusement de mélanger l'acétylène avec l'air et en particulier avoir soin de bien purger d'air les réservoirs qu'on veut remplir de ce gaz com-

bustible. Les précautions à prendre sont les mêmes qu'avec le gaz d'éclairage. Il faut remarquer que, si une fissure se produit dans un récipient, il n'y a aucun danger que l'air rentre, c'est toujours le gaz intérieur qui s'échappe, sa pression étant supérieure à celle de l'atmosphère.

Enfin, il y a lieu de se demander si l'acétylène seul, non mélangé d'air, peut donner lieu à des accidents, en vertu de sa propriété endothermique. Les causes qui peuvent produire la décomposition de ce gaz, et que nous avons énumérées plus haut, ne peuvent guère agir dans les circonstances usuelles. Des expériences directes ont montré d'ailleurs qu'un réservoir chargé d'acétylène à la pression de 6 à 7 kilogrammes peut être soumis au choc d'un mouton ou traversé par une balle sans qu'une explosion se produise.

Quant à l'acétylène liquide, les bouteilles qui le renferment sont d'abord exposées, comme les bouteilles à oxygène et à gaz carbonique, aux accidents provenant d'une élévation anormale de température, d'un remplissage exagéré ou d'un défaut dans la qualité du métal. En outre, on ne sait pas encore si ces causes ordinaires de danger ne sont pas accrues par la propriété

endothermique de ce gaz. On ne saurait donc apporter trop de précautions au maniement des bouteilles à acétylène liquide : un accident récent justifie trop bien cette recommandation.

45. Conclusions. — Il est évident que l'acétylène n'est pas destiné à supplanter tous les modes d'éclairage actuellement connus et notamment le gaz et l'électricité. Le principal avantage de ce nouveau produit, c'est que l'extrême simplicité des appareils générateurs rend le prix de revient à peu près indépendant de l'importance de la production. L'acétylène convient donc particulièrement au cas où le nombre des foyers à alimenter est trop petit pour justifier la création d'une usine à gaz ou d'une station centrale d'électricité : il donne, dans ces conditions, les mêmes avantages que le gaz de houille et n'entraîne pas les mêmes dépenses de premier établissement, les mêmes frais de conduite et d'entretien. Même avec ces restrictions, ce nouveau combustible trouvera encore un vaste champ d'applications dans les châteaux, les villas, les gares et les wagons de chemins de fer, etc., où il donnera un éclairage bien supérieur à celui des lampes à huile et à pétrole.

Il faut observer que le rendement en acétylène varie avec la nature et la qualité du carbure. Ce rendement, qui devrait être de 340 litres, à 0° et 760 millimètres, par kilogramme, s'abaisse parfois à 250 litres. On peut cependant exiger 300 litres. La composition du gaz recueilli dépend aussi de la qualité du carbure : la proportion d'acétylène peut varier de 99,6 à 96 %.

46. Éclairage des voitures et des wagons. — La Compagnie des tramways de Paris et du département de la Seine a procédé tout récemment à un essai d'éclairage par l'acétylène sur une des voitures de la ligne Madeleine-Gennevilliers. Un gazogène du système Létang et Serpollet pouvant produire, avec une seule charge, plus d'un mètre cube d'acétylène, est installé sous l'escalier de la plate-forme d'arrière. Ce gazogène pèse 12 kilogrammes. La production du gaz est proportionnelle à la consommation ; le débit se fait constamment sous une pression uniforme de 15 centimètres d'eau. Un système de chicanes annule l'influence des trépidations.

Le gazogène est relié par un joint hydraulique avec une canalisation bien étanche, qui se

rend aux diverses lanternes de la voiture. La lanterne d'intérieur contient un papillon à gaz ordinaire, de faible débit. La lanterne d'arrière consomme moins de 4 litres par heure.

Bien qu'une expérience d'aussi courte durée ne puisse pas fixer avec certitude la valeur de la consommation quotidienne de carbure de calcium, il semble certain, dès à présent, que la dépense est sensiblement inférieure à celle qui résulte de l'emploi du pétrole ou des accumulateurs électriques. De plus, l'absence de toute réserve de gaz et la faiblesse de la pression paraissent écarter tout danger d'explosion ou d'incendie.

D'un autre côté, MM. G. Dumont et Hubou donnent les chiffres suivants pour l'éclairage des wagons à l'acétylène.

Un bec Manchester, consommant 12 litres d'acétylène à l'heure, donne 1,5 carcel et dépense 0^{fr},018. Une lampe à huile brûlant 20 grammes dépense 0^{fr},0132, y compris les frais de mèches et de cheminées. Une lampe à pétrole de même consommation dépense 0^{fr},0116; l'éclairage d'une voiture de 1^{re} classe au gaz d'huile (25 litres) coûte 0^{fr},018; enfin une lampe à incandescence de 10 bougies coûte 0^{fr},028.

L'acétylène ne revient donc pas, actuelle-

ment, plus cher que le gaz d'huile, qui donne jusqu'ici le meilleur éclairage, et fournit une lumière très blanche, très fixe et beaucoup plus agréable. Il est donc probable que ce nouveau gaz deviendra d'un usage courant pour l'éclairage des wagons, si le prix de vente du carbure de calcium vient à s'abaisser.

CHAPITRE VII

CHANDELLES ET BOUGIES

47. Fabrication des chandelles. — Les corps gras solides peuvent être employés à l'éclairage sous deux formes, les chandelles et les bougies. Les chandelles s'obtiennent à l'aide des corps gras neutres eux-mêmes, tandis que les bougies se fabriquent avec les acides gras extraits de ces substances. La matière grasse employée pour la confection des chandelles est le *suif*, c'est-à-dire la graisse des herbivores et principalement des bœufs ou des moutons. Cette dernière est plus ferme; aussi la réserve-t-on, lorsqu'elle est pure, pour les chandelles de premier choix. Le suif employé pour les chandelles communes est souvent mélangé avec des graisses de brebis, de béliers et de chèvres.

Le suif se trouve dans les cellules d'un tissu

léger et membraneux, nommé *tissu adipeux*; ce tissu, séparé de la viande de boucherie, est vendu aux fondeurs sous le nom de *suif en branches*. C'est généralement par la fusion qu'on extrait le suif des cellules qui le renferment; cette opération doit être faite le plus tôt possible, afin d'éviter l'altération spontanée qui résulterait de la putréfaction des matières azotées molles, interposées dans le tissu.

On peut fondre le suif seul, à feu nu (*fonte aux cretons*), ou par la vapeur, en présence d'acide sulfurique dilué (*fonte à l'acide*).

Le suif, obtenu par l'une de ces deux méthodes, peut servir à la fabrication des acides gras ou à celle des chandelles. Dans ce dernier cas, il suffit de le fondre, puis de le réduire en cylindres contenant chacun une mèche. La mèche se fait en coton filé, et doit être fabriquée avec soin, car c'est de là que dépend en grande partie le pouvoir éclairant.

Lorsque la mèche est fabriquée, il faut la recouvrir de suif et lui donner la forme voulue; on emploie pour cela deux procédés.

48. Chandelles à la baguette. — Le suif étant maintenu liquide dans une chaudière hémisphérique, nommée *abîme*, on y trempe les

mèches, pour les enduire d'une première couche de suif, puis on les roule sur une table pour leur donner la forme rectiligne et leur communiquer la rigidité nécessaire.

Les chandelles rudimentaires ainsi constituées

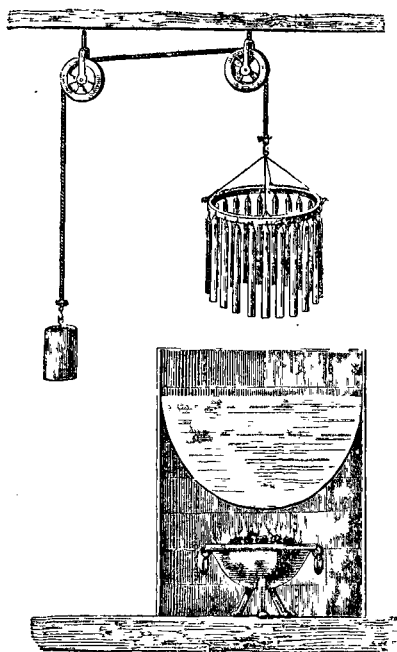


Fig. 27. — Fabrication des chandelles à la baguette.

sont alors suspendues à un châssis circulaire placé au-dessus de la chaudière (fig. 27); puis

on les fait descendre dans le bain de suif, maintenu à une température très supérieure à celle de la fusion, et on les remonte ensuite pour les laisser refroidir à l'air, en manœuvrant le châssis circulaire au moyen d'une poulie. On recommence jusqu'à ce qu'elles aient acquis le diamètre convenable, puis on les égalise.

Quand les chandelles sont refroidies, on les coupe à la longueur voulue, en appuyant leur extrémité sur une platine en cuivre chauffée, qu'on appelle *coupe-queue*, *rognoir* ou *rognecul*, puis on les expose à l'air sur des baguettes, pour les faire sécher et blanchir.

Le châssis peut être remplacé par une simple baguette de noisetier ou de sapin, à laquelle on suspend les mèches, d'où le nom donné à ce procédé, qui d'ailleurs n'est plus guère employé que dans les petites usines.

49. Chandelles moulées; machines à chandelles. — Le plus souvent on fabrique les chandelles en coulant le suif dans des moules de grandeur et de forme convenables. On se sert uniquement aujourd'hui de moules dits en étain, mais qui sont formés, en réalité, d'un alliage de plomb et d'étain. Ces moules peuvent être placés, la pointe en bas, au fond d'une table de

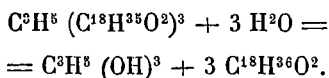
coulée ou disposés sur des machines analogues à celles que nous décrivons pour les bougies.

50. Inconvénients des chandelles. — La consommation des chandelles diminue de jour en jour, depuis que la fabrication des bougies a pris une grande extension. La chandelle présente en effet des défauts assez sérieux : elle tache les tissus, se ramollit trop facilement sous l'action de la chaleur et répand une odeur désagréable. De plus, on est obligé de couper (*moucher*) assez souvent la mèche, ou les dépôts qui se forment à son extrémité enlèvent bientôt à la flamme une partie de son éclat. On peut donner plus de consistance aux chandelles en les mélangeant d'un peu d'acide stéarique ou de cire (*chandelles économiques*), ce qui les rend en même temps d'un usage plus agréable. Quant aux mèches tressées se recourbant pour brûler à l'air, comme celles des bougies, on ne peut les appliquer aux chandelles, car elles ont l'inconvénient de fondre le suif du côté où elles se recourbent et de le faire couler.

51. Avantages des bougies. — Les bougies sont formées d'un mélange d'acides stéa-

rique et margarique qui offre sur le suif plusieurs avantages : 1° il ne contient pas de glycérine, qui donne en brûlant de l'acroléine, substance douée d'une odeur extrêmement désagréable ; 2° il est plus dur, moins fusible, et ne tache pas au contact. En effet, l'acide stéarique fond seulement à 69° et l'acide margarique à 60°, tandis que la stéarine devient liquide à 62° et la margarine à 47°. Quant à l'acide oléique, qui est liquide, comme l'oléine elle-même, et qu'on obtient toujours avec les deux autres, il doit être éliminé.

52. Principe de la fabrication des acides gras. — Pour la fabrication des bougies, on n'emploie pas, comme pour les chandelles, le suif lui-même, mais le mélange d'acides stéarique et d'acide palmitique ou margarique qu'on en extrait. On sait que le suif est un mélange en proportions variables de stéarine, de margarine et d'oléine, principes qui peuvent, en fixant les éléments de l'eau, se dédoubler en glycérine et acides stéarique, margarique et oléique. Ainsi, pour la stéarine,



Ce dédoublement, connu sous le nom de *saponification*, donne un mélange des trois acides précédents ; avant d'employer ce mélange à la fabrication des bougies, on sépare l'acide oléique, qui rendrait la matière trop fusible.

La saponification peut être obtenue sous l'influence des acides ou des alcalis étendus. Ces deux procédés ont été mis en œuvre dans l'industrie.

53. Saponification calcaire. — L'action des bases a été employée la première, en 1831, par de Milly et Motard. On décomposait le suif par la chaux, qui donne de la glycérine et un savon insoluble de chaux (mélange de stéarate, margarate et oléate de chaux) ; ce savon est ensuite traité par l'acide sulfurique, qui donne du sulfate de chaux insoluble, et les acides gras, mis en liberté, viennent nager à la surface du liquide.

Cette opération, qui s'effectuait autrefois à l'air libre, se fait toujours maintenant en vase clos. On a pu réduire ainsi la proportion de chaux, qui était primitivement de 14, 15 et même 17 %, jusqu'à 3 ou 4 et même 2 %.

On chauffe pendant huit heures environ à 172°, c'est-à-dire sous une pression de 8 atmos-

phères, en agitant constamment. La réaction s'effectue dans un autoclave en cuivre A (fig. 28), enfoncé dans le sol jusqu'aux deux tiers de sa hauteur, et entouré d'une chambre en briques, qui permet de le visiter et au besoin de le réparer. Dans cet autoclave aboutissent trois tuyaux : le tuyau de charge D sert à introduire le suif fondu, l'eau et la chaux. Le second est un tuyau de vidange B : il descend jusqu'au fond de l'appareil et sert à le vider à la fin de l'opération ; il est muni

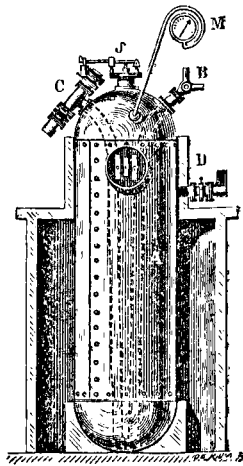


Fig. 28. — Autoclave pour la saponification calcaire.

d'un robinet à trois voies, qui permet d'envoyer les liquides dans deux appareils différents. Le dernier tube G, qui a 3 centimètres de diamètre, plonge aussi jusqu'au fond du cylindre et peut être mis en rapport par des robinets avec deux générateurs de vapeur, l'un à basse pression (4 ou 5 atmosphères), l'autre à haute pression (10 atmosphères). L'autoclave porte en

outré un manomètre M, une soupape de sûreté s et un trou d'homme.

Quelle que soit la théorie de ce procédé, il offre sur la méthode primitive des avantages incontestables : le savon calcaire, en petite quantité, se trouve délayé dans un volume considérable d'acides gras, liquides à cette température, et de glycérine ; cette fluidité de la masse permet au besoin de brasser le mélange pendant l'opération par la seule action d'un courant de vapeur, et évite la nécessité de pulvériser le stéarate à la fin de la préparation. Les quantités de chaux et d'acide sulfurique nécessaires se trouvent considérablement diminuées. Le poids de sulfate de chaux formé est très faible et, par suite, ce sel retient beaucoup moins de matière grasse. Enfin la proportion d'eau étant moindre, on sépare plus facilement la glycérine et sans aucune perte.

54. Saponification sulfurique. — La saponification peut s'effectuer aussi sous l'influence des acides. Cette méthode, qu'on applique surtout à l'huile de palme et à diverses matières de qualité inférieure, détermine toujours une altération profonde d'une partie des substances traitées, donnant naissance à des

matières goudronneuses, qui restent dissoutes dans les acides gras, et à un dégagement d'anhydride sulfureux, d'acroléine, etc. C'est surtout sur la glycérine et l'acide oléique que porte cette décomposition ; les acides solides sont peu attaqués.

Les meilleurs résultats s'obtiennent avec l'acidificateur de M. Droux, qui permet de réduire la proportion d'acide à 3 ou 4 % et de ramener la perte en goudron à 2 % seulement. Cet appareil se compose d'un cylindre horizontal, entouré d'une enveloppe de vapeur concentrique et muni d'un agitateur hélicoïdal. Une cheminée placée à l'avant entraîne les gaz dégagés.

Dans cette opération, les acides gras se combinent avec l'acide sulfurique et donnent des acides sulfogras, qu'il faut décomposer ensuite par l'eau bouillante. Cette réaction s'effectue dans des bacs en bois doublés de plomb et chauffés par un courant de vapeur. Les acides gras surnagent, mais ils sont noirs et doivent être soumis à la distillation avant de servir à la confection des bougies.

De Milly a d'ailleurs indiqué, en 1867, une manière d'opérer la saponification sulfurique qui donne les acides gras dépourvus de matières colorantes, et permet d'éviter la distillation.

55. Distillation des acides gras. — Les acides gras provenant de la saponification sulfurique sont, dans la plupart des méthodes, noircis par des matières colorantes : pour les blanchir, on a recours à la distillation sous l'influence de la vapeur d'eau surchauffée. L'acide palmitique distille entre 170 et 180°, l'acide oléique vers 225° et l'acide stéarique vers 240°.

Les alambics servant à la distillation des acides gras étaient d'abord chauffés à feu nu : on préfère maintenant employer à cet usage la chaleur perdue du fourneau destiné à surchauffer la vapeur, afin d'éviter les risques sérieux d'incendie résultant du contact direct avec le foyer.

Les appareils actuels sont en fonte et ont la forme sphérique ou même elliptique, afin d'offrir une grande surface d'évaporation.

La *fig. 29* représente l'un des appareils distillatoires employés en France, celui de MM. Petit. Les acides gras fondus sont amenés, par les tubes *bb*, d'un réservoir supérieur dans une corne ovoïde en cuivre, enfermée en *B* ; la vapeur d'eau, venant par *a* du générateur, traverse le surchauffeur placé dans le fourneau *A*, et composé d'un serpentín en fer à spires verticales, pour empêcher les cendres de s'y déposer ; elle ar-

rive ensuite au fond de la cornue, par une sorte de pomme d'arrosoir, et échauffe les matières grasses. Les produits de la distillation, eau et acides gras, se rendent par C dans un long serpentin

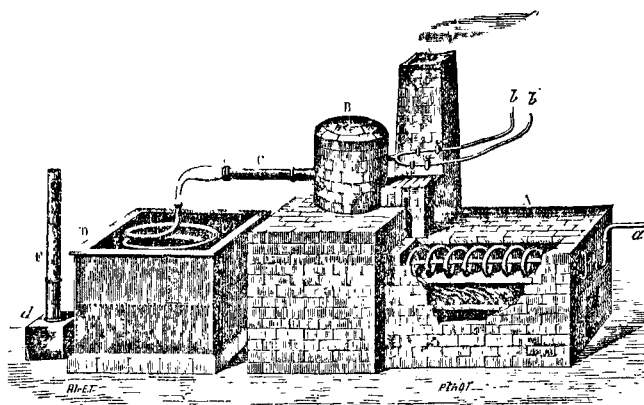


Fig. 29. — Distillation des acides gras.

en cuivre *c*, entouré d'eau froide, et se réunissent dans le récipient *d*, que surmonte un long tuyau métallique *F*, conduisant au dehors les vapeurs non condensées.

La distillation peut aussi s'effectuer dans le vide, ce qui permet d'abaisser la température de 15 à 20° et d'abrégier l'opération de plusieurs heures ; le dessèchement du goudron est plus facile et le danger d'incendie est notablement

diminué, car, en cas de fuites, c'est l'air extérieur qui rentre et la matière intérieure ne s'échappe pas.

56. Comparaison des différents procédés de saponification. — A part quelques exceptions, on n'emploie guère aujourd'hui que la saponification calcaire dans l'autoclave et la saponification sulfurique avec distillation par la vapeur d'eau surchauffée. La première méthode fournit à peu de frais jusqu'à 10 % de glycérine des suifs traités, et cette glycérine est assez pure pour qu'il suffise de la concentrer avant de la livrer au commerce. Les acides gras obtenus ne donnent à la distillation que 0,5 % de goudron. La saponification sulfurique ne produit que 5 à 6 % de glycérine, qui est odorante et en partie altérée; le traitement par l'acide sulfurique donne 3 à 4 % de goudron, et la distillation des acides gras en fournit encore 0,5 à 2 %.

La saponification calcaire produit un acide oléique qui a plus de valeur, mais elle fournit 93,5 à 94 % d'acides gras bruts, qui donnent, après le passage à la presse, 50 % d'acides fusibles entre 54 et 55 degrés, tandis que, dans les mêmes conditions, la saponification sulfurique produit 58 à 65 % d'acides fondant à

50°,5 ou 51 degrés. On peut donc, suivant les cas, préférer l'une ou l'autre des deux méthodes, l'une donnant un plus grand rendement, l'autre des acides moins fusibles ; mais il faut tenir compte de ce que les produits obtenus par la première méthode sont de qualité supérieure.

57. Moulage des acides gras. — La saponification donne toujours un mélange des trois acides gras, qu'on peut employer directement à la fabrication de bougies dites *composites* ; mais la présence de l'acide oléique, liquide à la température ordinaire, rend ces bougies trop fusibles ; aussi préfère-t-on le plus souvent se débarrasser d'abord de cet acide par une pression énergique. Il faut d'abord couler le mélange en pains de grandeur convenable et le laisser cristalliser.

Cette opération se fait dans des *mouleaux* ou *formes* rectangulaires, en tôle emboutie au balancier, portant sur le côté une bavette d'écoulement, qui règle l'épaisseur du pain. Pour faciliter l'emplissage, on dispose ces mouleaux en files verticales sur des tringles de fer, les bavettes se trouvant alternativement à droite et à gauche. Les acides gras fondus arrivent dans une rigole de bois disposée à la partie supé-

rière de l'appareil et percée d'ajutages qui correspondent aux diverses files de moules et qui sont fermés par des tampons de bois (*fig. 30*). On ouvre d'abord le premier ajutage : le liquide tombe dans le premier moule, qu'il emplit, puis, de là, par la bavette pratiquée près du

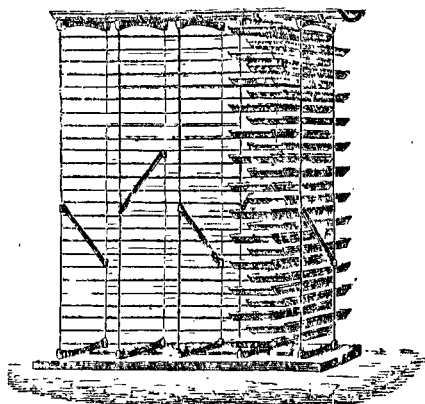


Fig. 30. — Moulage des acides gras.

bord supérieur, il coule dans le second et ensuite, de la même manière, dans tous ceux qui sont au-dessous. Lorsque la première file verticale est remplie, on ferme le premier ajutage et on ouvre le second, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que toutes les formes soient pleines.

On abandonne alors l'appareil ; les acides so-

lides cristallisent lentement ; l'opération exige, suivant la saison, de douze à vingt-quatre heures environ.

58. Pressage des acides gras. — Il faut ensuite séparer des acides solides l'acide oléique, qui nuirait à la qualité des bougies ; ce résultat s'obtient en soumettant les pains à l'action de la presse hydraulique, d'abord à froid, puis à chaud. La première opération se fait quelquefois dans

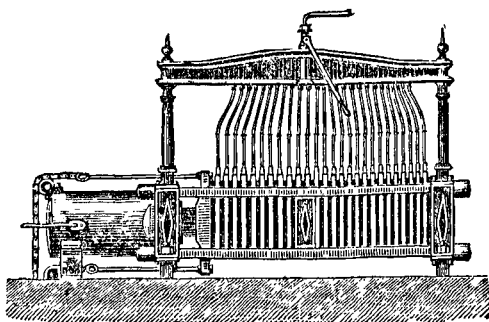


Fig. 31. — Pressage à chaud des acides gras.

une presse verticale ordinaire, et le plus souvent dans une presse horizontale. Les pains sont enveloppés d'une étoffe grossière, appelée *malfil*, et séparés par des plaques de tôle. L'acide oléique suinte à travers l'étoffe et coule dans un

caniveau, puis dans des bacs, placés ordinairement dans des caves.

Le pressage à chaud, qui achève d'expulser l'acide oléique, se fait à l'aide de presses horizontales (*fig. 31*). Les pains, encore enveloppés des sacs de malfil, sont placés dans des tissus en crin, nommés *étreindelles*, et séparés par des plaques de fonte creuses, dans lesquelles passe un courant de vapeur, qui maintient les acides gras à 60 ou 80°. La vapeur est amenée par des tubes métalliques à tirage. L'acide oléique se rend aux réservoirs placés dans les caves.

Après ces deux opérations, le mélange solide d'acides stéarique et margarique, qui peut être coloré à la surface par de l'oxyde de fer, provenant des presses, ou contenir quelques matières étrangères, notamment de la chaux, est fondu dans un bain d'eau aiguisée par l'acide sulfurique, puis lavé à l'eau pure, additionnée de blancs d'œufs. Ce mélange est alors parfaitement incolore et prêt à être transformé en bougies.

59. Fabrication des mèches. — Les mèches doivent être faites avec soin et d'un diamètre convenable; elles se composent de trois brins de coton tressés ensemble (*fig. 32*); grâce à cette disposition, à mesure que la bougie

brûle, la mèche se recourbe et son extrémité vient brûler à l'air extérieur; on évite ainsi la formation des résidus charbonneux qui affaiblissent la lumière dans les chandelles.

Il ne suffit pas de tresser les mèches, car les matières minérales que retiennent les acides gras les mieux lavés engorgeraient les fils et diminueraient leur capillarité. Pour éviter cet inconvénient, on plonge les écheveaux de coton dans un premier bain d'eau acidulée, puis dans un second bain contenant un peu d'acide borique et d'acide sulfurique, puis on les sèche à l'étuve.



Fig. 32. — Tressage des mèches de bougies.

60. Moulage des bougies. — Dans cette opération, on doit éviter la formation de cristaux nets et de grandes dimensions, qui rendraient les bougies friables ou cassantes.

Pour obtenir ce résultat, le procédé le plus simple consiste à refroidir l'acide stéarique jusqu'à une température peu supérieure à son point de solidification, avant de le verser dans les moules, qu'on a préalablement chauffés à la

même température ; il est commode d'employer pour cela un agitateur mécanique. Quelques fabricants et surtout les *couleurs*, c'est-à-dire les industriels qui achètent les acides solides en pains et se contentent de les fondre pour les transformer en bougies, emploient encore la disposition suivante :

Un certain nombre de moules communiquent avec un bassin appelé *porte-moules*, dans lequel

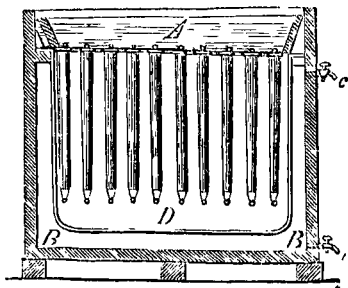


Fig. 33. — Moulage des bougies.

on verse l'acide fondu (*fig. 33*). Les moules sont des cylindres légèrement coniques, bien polis à l'intérieur, formés d'un alliage de plomb et d'étain et terminés à la partie inférieure par un bout pointu. Ils doivent d'abord être garnis de mèches.

Pour cela, on place ces moules horizontaux-

lement; des ouvrières, appelées *enfileuses*, introduisent dans l'intérieur un petit crochet d'acier, enfermé dans un étui en bois ou en corne, pour ne pas rayer les parois inférieures. En appuyant sur un ressort, elles font saillir par le bout conique le crochet, auquel elles attachent la mèche, qu'elles tirent ainsi à l'intérieur, puis elles la fixent aux deux bouts du moule. On emploie pour cela, à la partie inférieure, une cheville de bois appelée *fosset*, et, à la partie supérieure, un disque évidé, au centre duquel on fait passer la mèche, qu'on arrête par un nœud.

L'excès de liquide ou *masselotte*, qui reste dans le porte-moules, obvie au retrait qui se produit pendant la solidification et empêche qu'il se forme des trous dans les bougies; on introduit dans cette masse deux poignées en fer-blanc, qui servent, l'opération terminée, à enlever d'un seul coup la masselotte et les bougies.

Après qu'on a retiré les chevilles de bois placées à la partie inférieure des moules, on casse la masselotte, qu'on remet à la fonte, et on coupe les mèches pour séparer les bougies des petits disques évidés.

Dans le porte-moules à robinets, imaginé par

Cahouet, il y a, à la pointe de chaque moule, un robinet de bronze que traverse la mèche et qu'il suffit de tourner d'un quart de tour pour l'assujettir et la couper d'un seul coup.

61. Machines à mouler les bougies. —

Les machines en usage dans la plupart des usines sont disposées pour simplifier le plus possible la main-d'œuvre. Le plus important de ces perfectionnements est l'emploi de mèches continues, qui se déroulent d'elles-mêmes à chaque opération.

En outre, ces machines portent un grand nombre de moules, qu'on chauffe simultanément par un courant de vapeur d'eau et qu'on refroidit ensuite par un courant d'air. On peut se servir aussi d'eau chaude et d'eau froide. Les mèches sont généralement enroulées sur des bobines, folles sur leur axe; elles pénètrent dans les moules par la partie inférieure, qui correspond à la tête des bougies, et sont maintenues suivant l'axe. Pour démouler, on fait sortir les bougies par la partie supérieure et on les maintient généralement au-dessus de la machine pendant l'opération suivante; c'est alors seulement qu'on coupe les mèches; les bougies achèvent ainsi de refroidir et main-

tiennent les mèches pendant la coulée qui suit.

Cette disposition est appliquée notamment dans la machine à centreurs de M. Morane aîné, dite *La Parisienne* (fig. 34); le démoulage s'effectue à l'aide de tiges qui poussent les bougies par la pointe.

Les mèches sont enroulées sur des bobines placées à la partie inférieure, en nombre égal à celui des moules, et préservées de la poussière par des enveloppes métalliques. Les moules sont

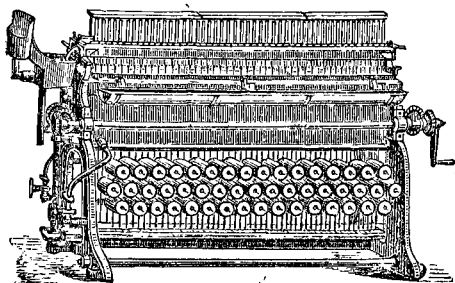


Fig. 34. — Machine à mouler, dite *La Parisienne*.

disposés verticalement dans une caisse, où l'on fait passer d'abord, avant de procéder au moulage, un courant d'eau chaude, pour porter ces moules à la température convenable; dès que l'on a versé l'acide stéarique, on fait, au contraire, arriver un courant d'eau froide pour activer le refroidissement.

La partie fixe des moules se compose d'un tube cylindrique, dans lequel se meut une pièce en étain, ou *repoussoir*, présentant en creux la forme de la tête de la bougie ; cette pièce est munie d'une partie en bronze, formant seulement l'extrémité de la tête, et qui produit un point d'appui suffisant pour permettre de pousser et de démouler la bougie lorsqu'elle est à demi solidifiée. Chaque pièce d'étain est soudée sur un petit tube de fer, dans lequel passe la mèche, qui entre sur le côté ; tous ces tubes sont soudés par la partie inférieure sur une pièce en fer, qui est fixée elle-même sur une traverse, qu'on peut élever ou abaisser, au moyen d'une vis mue par un arbre à manivelle et un engrenage, pour régler la longueur des bougies et pour les démouler. Des demi-godets mobiles ou suspenseurs, encastrés suivant l'une de leurs génératrices, servent à centrer exactement les mèches ; ces godets se renversent latéralement, au moment du démoulage, pour laisser monter les bougies ; ils se rabattent ensuite pour les soutenir au-dessus de la machine jusqu'au moment du coupage des mèches et pour centrer en même temps les mèches des nouvelles bougies. Des tendeurs convenablement disposés assurent aux mèches dans les moules la rigidité

indispensable pour une bonne combustion. Le volume de la masselotte a été réduit au minimum.

La *fig. 34* montre la machine disposée pour une coulée ; les bougies de l'opération précédente sont encore suspendues au-dessus des moules pour guider les mèches. On chauffe les moules à la température voulue, on coule l'acide gras, et l'on fait passer un courant d'eau froide. Lorsque la matière est suffisamment prise, on coupe les mèches et on enlève les bougies de la coulée précédente ; on abat les suspenseurs et l'on démoule en tournant la manivelle, qui fait monter les repousseurs ; lorsque ceux-ci sont arrivés au haut de leur course, on relève les suspenseurs, sur lesquels viennent s'appuyer les bougies démoulées ; on tourne alors la manivelle en sens contraire pour faire redescendre les repousseurs et l'on est prêt à commencer une autre coulée.

On peut faire trois opérations par heure ; au bout de quinze ou vingt minutes, la matière est assez solide pour pouvoir être extraite des moules, quoique encore liquide à l'intérieur des bougies et de la masselotte.

La machine dite *La Parisienne universelle* présente les mêmes organes et fonctionne de la

même manière que la précédente, mais elle permet de faire, dans les mêmes moules, des bougies de diverses longueurs.

Au sortir des moules, les bougies sont exposées à la lumière pour les blanchir, puis elles sont rognées, polies et marquées. Dans les grandes usines, ces trois opérations sont exécutées par la même machine.

Pour cela, les bougies sont placées à droite, sur une planchette inclinée, où elles roulent, et s'engagent successivement entre les dents de deux tambours, tournant en sens inverse. Le premier de ces deux organes tourne en relevant, de sorte que les ouvriers ne risquent pas de se faire prendre les doigts par la machine. Les bougies sont coupées à la longueur voulue par une scie circulaire qui tourne avec une grande vitesse, pendant qu'elles sont sur le second tambour, qui les dépose ensuite sur une longue table sans fin, formée de tiges métalliques parallèles. Cette table se meut de droite à gauche, et les amène sous une brosse multiple, qui possède à la fois une grande vitesse de rotation et un mouvement de translation perpendiculairement à la table. Cette brosse polit les bougies et chasse la poussière d'acide stéarique en avant, au lieu de la faire adhérer, comme cela a lieu

avec le frottoir de flanelle. Les bougies roulent ensuite sur une tablette inclinée; mais chacune d'elles est arrêtée et serrée un instant entre deux pièces métalliques : la pièce inférieure constitue un cachet chauffé par une petite lampe, et qui appose la marque. Après cette dernière opération, les bougies tombent enfin dans un panier et sont réunies en paquets.

CHAPITRE VIII

—

ÉCLAIRAGE AUX HUILES VÉGÉTALES

62. Propriétés des huiles. — Les huiles se trouvent dans un grand nombre de végétaux, tantôt dans les fruits (huiles d'amande, d'olive, de noix, d'arachide, de sésame, de pavot ou d'œillette, de faine, de noisettes, de raisins, etc.), tantôt dans les graines (huiles de colza, de lin, de navette, de moutarde, de caméline, etc.). Les huiles de colza et d'œillette sont celles qu'on utilise le plus en France pour l'éclairage.

Les huiles renferment les mêmes principes immédiats que les corps gras solides, mais dans des proportions différentes : la stéarine fait généralement défaut et l'oléine s'y trouve en plus grande quantité. Pour cette raison, l'huile est ordinairement liquide au-dessus de 10°; bien

épurée, elle est jaunâtre, transparente, insipide et onctueuse au toucher. Sa densité est toujours inférieure à l'unité (0,9136 pour l'huile de colza). Elle se solidifie au-dessous de zéro (-6° pour l'huile de colza). Son coefficient de dilatation est très élevé; c'est à cette particularité qu'on attribue le coulage des fûts en été.

Abandonnée à l'air, l'huile absorbe l'oxygène et rancit. Au-dessus de 300° , elle se décompose en donnant des carbures éclairants.

63. Extraction des huiles. — Il faut d'abord briser les enveloppes des cellules qui renferment l'huile et ensuite extraire ce liquide par pression. Cette première série d'opérations, qui constitue le *froissage*, ne donne qu'une partie de l'huile; aussi recommence-t-on un certain nombre de fois; ce nouveau traitement porte le nom de *rebat*.

La graine est d'abord débarrassée des corps étrangers par un passage au tarare, puis écrasée entre deux cylindres d'acier horizontaux; elle est ensuite placée dans le moulin de broyage ou *tordoir* (fig. 35), qui se compose de deux meules verticales en granit ou *valseuses*, d'environ $2^m,25$ de diamètre, tournant à des distances un peu inégales de l'axe vertical, sur une meule

dormante. Avec les meules tournent deux racles, qui ramènent sans cesse la graine sur leur chemin.

Ce moulin peut être remplacé par des cylin-

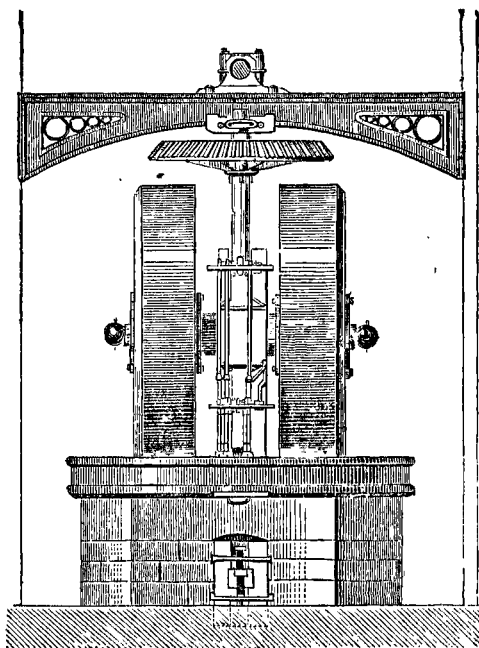


Fig. 35. — Moulin de broyage.

dres horizontaux ou par le broyeur conique à force centrifuge d'Hignette.

Le broyage fournit une pâte qui est ensuite chauffée, pour coaguler l'albumine mélangée avec l'huile, dans des *chauffoirs* ou *mouvets*, chauffés à feu nu ou à la vapeur. La *fig. 36* montre la première disposition ; la pâte est placée sur une plaque de fonte *b* et maintenue par un cercle de tôle ou *payelle* *c* ; elle est brassée par un agitateur en fer recourbé, mû par l'engrenage *ghi* ; le foyer *a* chauffe

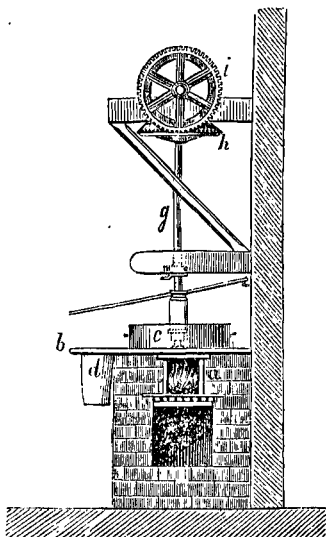


Fig. 36. — Chauffoir à feu nu.

la masse à 50 ou 55°. Lorsque l'opération est terminée, on fait tomber la pâte dans des trémies *d*, au-dessous desquelles sont accrochés des sacs de laine. La matière, ainsi emprisonnée, est soumise à la presse hydraulique ; une pression de 150 kilogrammes en extrait l'huile de première qualité.

Les tourteaux sont ensuite soumis de nouveau à une ou plusieurs séries d'opérations semblables, dans lesquelles on emploie des pressions de plus en plus énergiques, telles que 150, 200 et 300 kilogrammes par centimètre carré. Le liquide provenant de ces divers traitements est mélangé et donne l'huile de seconde qualité.

64. Épuration. — L'huile fournie par ce traitement doit subir une épuration avant d'être livrée au commerce. Elle est d'abord battue avec de l'eau au moyen d'agitateurs mécaniques, puis décantée et mélangée avec une petite proportion d'acide sulfurique; agitée vivement, elle prend une coloration verdâtre, puis noire. On laisse reposer, on décante de nouveau et on filtre à travers une couche de sciure de bois, puis une étoffe de laine. L'huile est ensuite conservée dans des citernes en briques ou des réservoirs de tôle jusqu'au moment de la vente.

Signalons aussi les tentatives faites récemment dans le midi de la France pour extraire l'huile au moyen de dissolvants.

65. Éclairage par les lampes à huile. — L'huile employée pour l'éclairage se place dans des lampes, formées d'un réservoir qui alimente

une mèche de coton ou de fil à l'extrémité de laquelle se produit la flamme éclairante. Les lampes peuvent être divisées en deux classes : les lampes à alimentation automatique et les lampes mécaniques.

66. Lampes à alimentation automatique.

— Dès la plus haute antiquité, l'homme s'est servi de lampes à huile, du reste absolument dépourvues de mécanisme. Quelques modèles de cette catégorie étant encore en usage, nous les décrirons rapidement.

La lampe primitive se composait d'un réservoir allongé (*fig. 37*), en argile ou en métal,

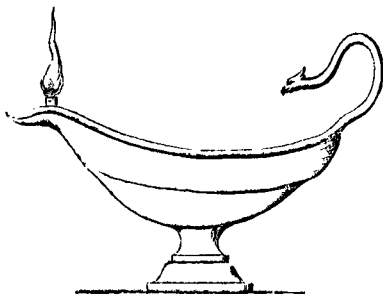


Fig. 37. — Lampe antique.

muni d'une anse à l'une de ses extrémités, et à l'autre d'un bec livrant passage à une mèche à brins parallèles qui plongeait dans le liquide.

La flamme se trouvant à une petite distance audessus du liquide, la capillarité suffisait à produire l'alimentation. La combustion incomplète donnait une lumière rouge et fumeuse. En outre, l'ombre du réservoir à huile était souvent fort gênante.

Cet appareil primitif s'est conservé, sans modification sensible, jusqu'au siècle dernier; la mèche à brins parallèles fut seulement remplacée par une mèche tressée, placée dans un tube à section rectangulaire.

En 1780, Argand imagina le bec à double courant d'air, qui est encore employé aujourd'hui, et qui rend la combustion suffisamment complète pour que la flamme ait le maximum d'éclat. Ce bec est formé de deux cylindres concentriques, entre lesquels on introduit une mèche tissée de même forme. La faible densité de l'air chaud détermine, au centre du bec, un courant d'air ascendant qui active la combustion. La lampe d'Argand, construite en l'absence de l'inventeur par Lange et Quinquet, est ordinairement, mais à tort, connue sous le nom de ce dernier. Une cheminée en tôle, placée un peu au-dessus de la flamme, en assurait la fixité tout en activant le tirage; on sait qu'on se sert aujourd'hui d'une cheminée en verre, que

sa transparence permet de placer autour de la flamme. Cette cheminée est généralement cou-dée, ce qui permet de régler le tirage en l'élevant ou en l'abaissant.

67. Lampes à niveau constant. — Le bec d'Argand fut d'abord associé avec un réservoir placé assez haut pour que l'alimentation se produise d'après le principe des vases communicants. Ce réservoir peut présenter la forme d'une couronne qui entoure le bec et supporte l'abat-jour (*fig. 38*); cette couronne doit être large et peu élevée, afin que la combustion n'abaisse pas sensiblement le niveau du liquide. La communication est établie par deux conduits

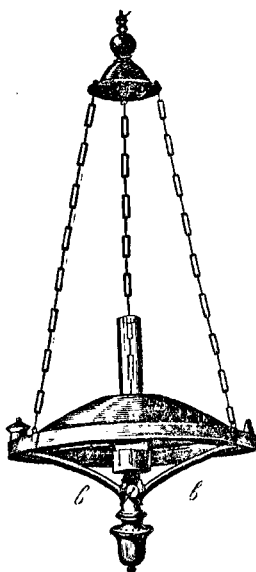


Fig. 38. - Lampe d'Argand.

inclinés *bb*; un godet en verre, placé au-dessous du bec, reçoit l'huile non brûlée.

Malgré la forme donnée au réservoir, lorsque la combustion se prolonge très longtemps, le niveau s'abaisse un peu et l'intensité de la lumière s'affaiblit.

Cette lampe peut se fixer au plafond, et ne donne sur le sol qu'une ombre insignifiante; elle est encore employée pour l'éclairage des salles de lecture ou d'étude; on trouve aussi des dispositions analogues dans les omnibus et les wagons.

Une autre disposition rend le niveau de l'huile parfaitement constant et évite l'affaiblissement graduel de l'intensité.

Le bec communique par un conduit incliné avec le réservoir *b* (*fig.* 39). Pour maintenir constamment le niveau dans le plan horizontal *ee'*, on renverse sur *b* un vase *a*, également cylindrique et plein d'huile, dont l'orifice s'ouvre exactement dans le plan *ee'*. Dès que le niveau tend à s'abaisser, une bulle d'air rentre en *a* et fait descendre une petite quantité d'huile, qui ferme le vase *a* et arrête l'écoulement. Une petite ouverture *c* maintient en *b* la pression atmosphérique.

Le vase *a* est muni d'une soupape, qui se ferme lorsqu'on le retire, afin d'empêcher l'huile de s'échapper. Quand on remet en place ce réci-

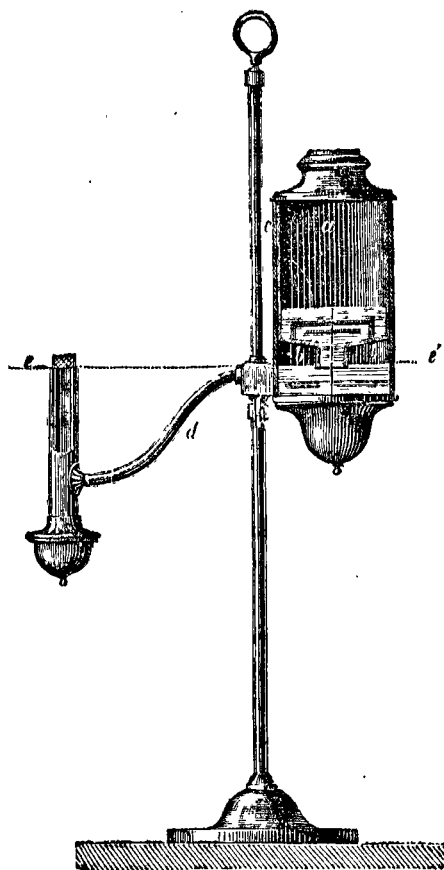


Fig. 39. — Lampe à réservoir latéral.

vient, une tige longue, fixée à la soupape, vient s'appuyer sur le fond du réservoir *b* et maintient l'orifice ouvert.

A l'origine, on suspendait ces lampes le long des murs des locaux à éclairer, ce qui supprimait l'ombre portée par le réservoir latéral. Plus tard, afin de rendre l'appareil mobile, on a muni le tube de communication d'une coulisse qui peut glisser sur une tige verticale et se fixer à la hauteur voulue, au moyen d'une vis de pression. Ce modèle, qui est d'une manipulation délicate et a l'inconvénient d'être facile à renverser, se rencontre encore dans quelques lampes de luxe.

68. Lampes mécaniques. — Carcel a imaginé le premier, en 1800, de placer le réservoir au-dessous du bec, ce qui supprime toute ombre portée, sauf dans le cas, d'ailleurs assez rare, où la lampe serait suspendue. Mais, comme la capillarité ne peut faire monter l'huile qu'à une petite hauteur, il fut obligé d'inventer un mécanisme pour alimenter la mèche.

Ce mécanisme est entièrement dissimulé dans un cylindre qui forme le fond du réservoir. Il se compose d'un mouvement d'horlogerie commandant une pompe à double effet, qui déter-

mine l'ascension de l'huile vers la mèche. Le piston *m* (*fig. 40*) se meut horizontalement dans le compartiment central de la pompe; le compartiment inférieur, divisé en deux parties par une cloison verticale, communique par les soupapes *a* et *b* avec le réservoir d'huile; enfin les soupapes *cd* conduisent le liquide dans la chambre supérieure, où prend naissance le tuyau d'ascension.

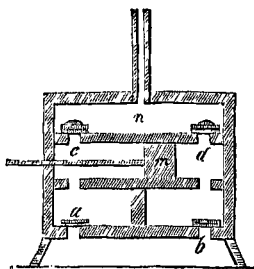


Fig. 40.

Pompe de la lampe Carcel.

Lorsque le piston se déplace vers la droite, il aspire l'huile par *a* et la refoule par *d*; quand il retourne vers la gauche, le liquide est puisé par *b* et expulsé par *c*. Cette pompe élève beaucoup plus d'huile qu'il n'en faut pour la combustion; l'excédent refroidit le brûleur et la mèche, puis retombe dans le réservoir. Grâce à ce refroidissement, la mèche peut brûler à blanc sans se carboniser, ce qui empêcherait l'action capillaire.

Le mouvement d'horlogerie qui commande la pompe est actionné par la détente d'un ressort, qu'on remonte à l'aide d'une clef carrée; il peut

fonctionner douze à quinze heures sans interruption ; mais sa marche n'est suffisamment régulière que pendant la première moitié de ce temps. Il est muni, en outre, d'un régulateur à ailettes ; une petite tige, faisant saillie à l'extérieur sur l'un des côtés du pied, permet d'arrêter les ailettes, et, par suite, le mécanisme.

La lampe Carcel marche assez régulièrement pour qu'on ait pu la choisir comme étalon d'intensité lumineuse, mais son prix est trop élevé. De plus, le mouvement d'horlogerie peut se déranger et s'encrasser lorsqu'elle ne sert pas tous les jours.

Diverses tentatives ont été faites pour simplifier le mécanisme de cette lampe et abaisser son prix de revient. La *lampe modérateur*, qui réunit les perfectionnements imaginés dans ce but, est universellement employée aujourd'hui ; c'est Franchot qui lui a donné, en 1837, la forme définitive qu'elle présente encore actuellement.

Cette lampe renferme un cylindre (fig. 41), qui sert à la fois de réservoir pour l'huile et de corps de pompe pour le piston A, qui produit l'ascension. Ce piston est formé d'un disque de cuir embouti vers le bas et serré entre deux plaques de métal ; il est mû par un ressort de

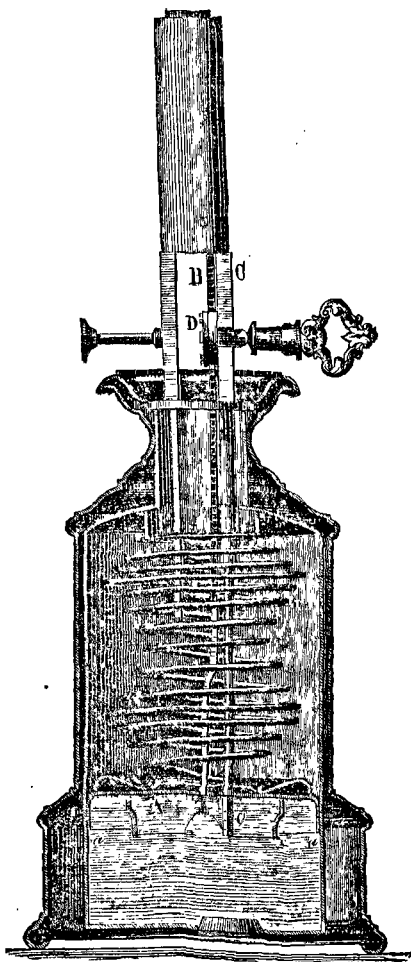


Fig. 41. — Lampe modérateur.

fer ou d'acier, contourné en double spirale, qui s'appuie contre E ; ces deux organes forment le moteur.

Lorsque la lampe est vide, le piston repose sur le fond de l'appareil. On verse l'huile dans la cuvette qu'on voit au haut du réservoir, jusqu'à ce que celui-ci soit plein, et l'on remonte le piston en tournant la clef du pignon D, qui engrène avec la crémaillère B. Ce mouvement tend à produire un vide sous le piston ; sous l'influence de la pression atmosphérique, le liquide presse sur les bords du disque de cuir et passe peu à peu au-dessous du piston. Dès qu'on abandonne la clef du pignon D, le piston commence à redescendre lentement sous l'action du ressort et comprime l'huile ; par suite de la pression, les bords du disque de cuir produisent une fermeture hermétique et le liquide est obligé de monter dans le tube creux C, qui communique avec le brûleur.

Si la lampe ne renfermait pas d'autres organes, l'ascension de l'huile irait en se ralentissant à mesure que le ressort se détendrait. Cet inconvénient est évité par l'emploi du *modérateur*, qui a donné son nom à l'appareil.

Le tuyau d'ascension CC est formé de deux parties ; celle du bas, qui se joint avec le pis-

ton, est plus mince et peut rentrer dans l'autre, qui est fixe et qui lui sert en quelque sorte de gaine (*fig. 42*). Une aiguille G, soudée au porte-mèche et terminée en pointe à sa partie inférieure, est placée suivant l'axe du tube C. L'huile est donc obligée de traverser l'espace annulaire compris entre l'aiguille G et les parois du tube. Or, l'aiguille s'engage dans la partie étroite du tube d'une quantité qui varie avec la position du moteur. Quand le piston est au haut de sa course, la partie inférieure du tube C est entièrement comprise dans la partie supérieure; l'huile, ne trouvant qu'un passage annulaire très étroit, monte lentement et oppose, par suite, une grande résistance au mouvement du piston. A mesure que celui-ci descend, l'aiguille G se dégage, de sorte que la partie annulaire la plus étroite devient de plus

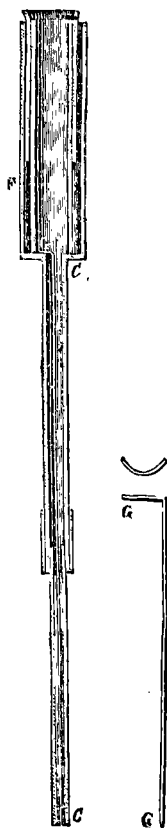


Fig 42. — Modérateur.

en plus courte; la résistance de l'huile va donc en diminuant, ce qui compense la décroissance de la tension du ressort. En réglant convenablement les dimensions des diverses parties de cet appareil, on peut rendre l'ascension de l'huile suffisamment régulière.

La plupart des lampes à huile sont munies du bec à double courant d'air d'Argand, légèrement modifié. Le cylindre intérieur est mobile dans le sens vertical; il porte une crémaillère commandée par un petit pignon que manœuvre le bouton moleté placé à gauche (*fig. 41*). Il est muni, en outre, de trois griffes formant ressorts, qui, pressées par le cylindre fixe extérieur, s'appliquent sur la mèche pour la maintenir. Quand on soulève le cylindre au-dessus du bec, les griffes retombent et abandonnent la mèche.

CHAPITRE IX

ÉCLAIRAGE AUX HUILES MINÉRALES

69. Propriétés du pétrole. — Le pétrole est une substance minérale qu'on extrait du sol dans différents pays. A l'état brut, il constitue une huile épaisse, visqueuse, brun foncé, dont la densité varie de 0,78 à 0,92, suivant sa provenance.

- Le pétrole présente d'ailleurs de grandes différences, suivant son origine. Le pétrole de Rangoon, très riche en paraffine, est de couleur foncée et présente presque la consistance du beurre; celui de Bakou, au contraire, est assez fluide et assez limpide pour pouvoir être employé directement à l'éclairage; cette dernière variété est désignée d'ordinaire sous le nom de *naphte*. Le pétrole des îles de l'Océan Indien dégage des émanations sulfureuses, qui lui don-

ment une odeur nauséabonde, et doit être purifié par un traitement à la lessive de soude et à l'acide sulfurique. Le pétrole du Canada est plus foncé, plus visqueux et plus dense que celui de Pensylvanie et présente une odeur plus désagréable. Le pétrole d'Égypte, dont la densité atteint 0,935, ne contient pas de paraffine, ni les carbures qui forment les huiles les plus volatiles.

La composition du pétrole varie aussi avec son origine. Les pétroles d'Amérique sont formés surtout de carbures forméniques, tandis que ceux du Caucase et, en particulier, de Bakou, contiennent presque exclusivement des carbures éthyléniques; enfin les pétroles de Galicie renferment des carbures des deux séries précédentes et aussi de la série benzénique.

Bien que le pétrole soit connu depuis la plus haute antiquité, c'est seulement en 1853 qu'on commença à l'exploiter pour l'éclairage et en 1860 qu'il fit sa première apparition en Europe.

Les deux principaux centres de production sont la Pensylvanie, et, en particulier, la vallée de l'Oil Creek, aux États-Unis, et le territoire de Bakou, dans le Caucase.

70. Extraction du pétrole. — Le pétrole forme quelquefois des sources naturelles ; mais, le plus souvent, il est enfoui dans le sol à une profondeur qui peut atteindre de 900 à 1 000 mètres. On est alors obligé, après avoir constaté par un sondage préalable l'existence du dépôt, de forer un puits pour l'extraction du liquide. Ces puits présentent généralement un diamètre de 1,50 à 2 mètres à la surface du sol et vont en se rétrécissant jusqu'au fond, où ils n'ont plus que quelques centimètres. Lorsque, dans cette opération, on rencontre une nappe d'eau ou une couche de sable, il faut garnir les parois du puits de tubes métalliques.

Si l'huile minérale se trouve enfermée sous pression dans le sol, elle s'élance, dès qu'un orifice est ouvert, en un jet qui peut atteindre une hauteur considérable ; on cherche parfois à diriger ce jet dans des cuves disposées pour le recevoir. Aujourd'hui on préfère le plus souvent recouvrir l'orifice d'une caisse spéciale en fer, disposée de manière à régulariser l'écoulement. A l'origine le rendement est considérable ; il atteint quelquefois jusqu'à 4 000 barils dans la première journée.

A Bakou, certains puits ont donné jusqu'à 100 000 litres par jour pendant plus de dix ans.

Le débit se ralentit ensuite et peut même finir par s'arrêter complètement. On installe alors des pompes. Dans certains cas, le pétrole ne jaillit pas, même au début, et l'on est obligé de recourir tout de suite à ces appareils.

Quelquefois l'écoulement s'arrête et l'on attribue cette interruption à la présence d'un corps étranger dans la partie inférieure du puits. On descend alors une cartouche de dynamite et on la fait éclater par la chute d'une masse de fer. L'explosion emporte l'obstacle ; c'est ce qu'on appelle *torpiller* le puits.

A la sortie du puits, le pétrole est conduit dans des réservoirs en tôle, où il laisse déposer le sable et les matières étrangères entraînées.

71. Transport du pétrole. — Afin d'éviter le transport toujours dangereux des récipients de pétrole, on a installé des canalisations en fer qui conduisent l'huile provenant des diverses exploitations dans un réservoir central, d'une capacité considérable, situé généralement près d'une station de chemin de fer ou d'un port d'embarquement.

La canalisation de l'Oil Creek, en Pensylvanie, est formée de tuyaux de 15 centimètres de diamètre ; elle a 560 kilomètres de longueur

et a coûté 15 millions. En Amérique, les principaux ports d'embarquement pour le pétrole brut sont ceux de New-York et de Buffalo.

A Bakou, le pétrole est amené, par une canalisation de 12 kilomètres, jusqu'à la mer Caspienne; il est alors conduit par des navires citernes jusqu'à Tsaritzin, sur le Volga, centre du commerce des pétroles russes. Depuis l'ouverture du chemin de fer du Caucase, l'huile peut être aussi transportée par des wagons-citernes analogues à ceux qui servent en France pour le transport des alcools et des goudrons. Ces wagons, actuellement au nombre de 3 653, ne suffisant pas au trafic, on a commencé à installer, le long du Caucase, une canalisation qui aura plus de 1 000 kilomètres.

72. Raffinage du pétrole. — Le naphte le plus pur de Bakou peut seul être employé directement à l'éclairage. Sauf ce cas spécial, le pétrole brut doit toujours être raffiné avant de servir à cet usage. Cette opération, qui s'effectuait autrefois à l'arrivée en Europe pour le pétrole d'Amérique, se fait maintenant sur les lieux même de production, notamment à Pittsburg, Cleveland, Baltimore, Boston et Philadelphie.

Le raffinage consiste en une distillation fractionnée, permettant d'extraire du liquide brut un certain nombre de produits, inégalement volatils, qui peuvent être employés à des usages différents.

On obtient d'abord des gaz, qui peuvent être recueillis dans des gazomètres et utilisés pour le chauffage et l'éclairage.

Au-dessous de 70° passent les éthers de pétrole, dont la densité est voisine de 0,65; ce sont des huiles légères, très inflammables et très dangereuses à manier.

Entre 70 et 120°, on recueille encore des huiles légères, mais non volatiles. Ces produits, appelés *essence de pétrole*, *essence minérale*, *gazoline*, *ligroïne*, *naphte*, ont une densité d'environ 0,70 et sont encore assez dangereux.

De 120 à 280° se dégagent des carbures moins inflammables et moins dangereux, ayant une densité moyenne de 0,80, appelés *huile lampante de pétrole* (*kérosène*, *photogène*, etc.); c'est la partie la plus importante du pétrole.

Au-delà de 280 et jusqu'à 400° passent les *huiles lourdes*, en même temps que la *paraffine*. Des *goudrons* constituent le résidu final.

Le raffinage s'effectue d'ordinaire en deux

parties. La première s'accomplit dans de grandes chaudières cylindriques, en tôle, verticales ou horizontales, communiquant avec un réfrigérant. Ces chaudières sont chauffées à feu nu ou à la vapeur; leur fond est très épais. En observant à travers une glace l'intérieur de la chambre de condensation et prenant de temps en temps la densité du liquide qui passe, on sépare d'abord l'essence minérale, puis l'huile lampante.

On arrête alors l'opération et l'on fait passer la matière restée au fond du cylindre dans une seconde chaudière appelée *black-pott*, où s'achève la distillation. Comme on chauffe plus fortement pour éviter la condensation de la paraffine, le fond du *black-pott* doit présenter une épaisseur considérable. On recueille ainsi les huiles lourdes dans un serpentín entouré d'eau froide. On peut ensuite faire écouler les goudrons, tandis qu'ils sont encore chauds, par le robinet de vidange. On peut aussi chauffer au-delà de 400°. Alors les goudrons se décomposent en donnant des gaz et des carbures liquides propres à l'éclairage. Le résidu est un coke très boursoufflé qui forme un excellent combustible.

En résumé, cette distillation donne trois pro-

duits qui nous intéressent, l'essence minérale, l'huile lampante et l'huile lourde.

L'essence minérale est assez pure pour être brûlée directement. Les huiles lourdes ne subissent non plus aucun autre traitement, car elles sont destinées à un éclairage qui doit être surtout économique. L'huile lampante seule est soumise encore à une épuration chimique : elle est agitée d'abord avec de l'acide sulfurique, puis avec de la soude. La première opération décompose les carbures trop riches en carbone et rend la flamme incolore et plus brillante. La soude sature l'acide en excès et détruit les composés oxygénés qui ont pu se former pendant la décarburation.

73. Essence de pétrole. — L'essence minérale ou essence de pétrole est un liquide de densité 0,700 environ ; elle émet d'abondantes vapeurs à la température ordinaire et s'enflamme très facilement. Cette essence doit donc être maniée avec précaution, seulement pendant le jour et loin de tout corps incandescent. Lorsqu'elle est suffisamment pure, elle donne sur le papier une tache qui se vaporise rapidement sans laisser de trace.

74. Lampes à essence — On brûle généralement l'essence dans des lampes (*fig. 43*) remplies d'une matière spongieuse, pour éviter les dangers d'incendie. On remplit d'essence, afin de bien imbiber cette matière, puis on enlève l'excès de liquide. Dans la *lampe Mille*, la matière employée est le feutre ou la pierre ponce. La mèche, pleine, remplit toute la largeur du bec cylindrique ; elle se prolonge jusqu'au fond de l'appareil et est entourée d'un cylindre en toile métallique, qui empêche le feu de se communiquer à la matière imbibée du liquide. La volatilité de l'essence favorise l'ascension dans la mèche. Un capuchon recouvre le bec quand on ne se sert pas de la lampe, pour empêcher l'évaporation ; un pignon denté fait mouvoir la mèche.

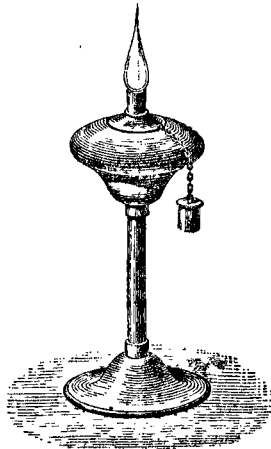


Fig. 43.

Lampe à essence minérale,

Dans la *lampe Pigeon*, la mèche est enfermée

dans un tube en laiton. Ces lampes sont surtout employées comme sources de lumière portatives.

On construit aussi des lampes à essence rappelant la forme des appliques à gaz. Un réservoir cylindrique aplati, contenant une matière spongieuse imbibée d'essence, se suspend au mur. Du centre part un tube recourbé, rempli par une mèche fortement comprimée, et percé vers son extrémité d'une série de petits trous. Avant d'allumer, il faut chauffer un peu l'extrémité du brûleur pour vaporiser l'essence. On entoure la flamme d'un globe de verre. Le réservoir porte, à sa partie supérieure, un orifice muni d'un bouchon à vis, qui sert pour l'emplissage. L'appareil peut fonctionner pendant douze à quinze heures.

75. Avantages et inconvénients de l'essence minérale. — Dans les lampes à essence, l'usure de la mèche est insignifiante; car elle sert seulement à conduire les vapeurs. Les lampes portatives sont seules pratiques. Lorsqu'on ajoute une cheminée de verre, pour rendre la flamme fixe, la consommation devient trop grande; en outre, dans les lampes un peu fortes, le réservoir s'échauffe beaucoup. On doit

donc, pour les éclairages d'une certaine intensité, employer de préférence le pétrole, qui n'est pas dangereux et ne coûte pas plus cher.

76. Huile lampante. — Le pétrole raffiné est à peu près incolore, ou légèrement teinté de vert ou de jaune; il a une densité d'environ 0,800 et une odeur moins forte que celle du pétrole brut. Il ne doit s'enflammer au contact d'une allumette qu'au-dessus de 35 ou 37°. A la température ordinaire, une allumette doit s'y éteindre; dans le cas contraire, le pétrole est mélangé d'essence.

77. Lampes à pétrole à bec plat. — Les lampes à pétrole (*fig. 44*) se composent le plus souvent d'un réservoir en verre, en porcelaine ou en métal, dans lequel plonge une mèche plate, en coton tressé, qui s'imbibe par capillarité. Le réservoir doit donc être large et peu profond, pour que le niveau du liquide ne s'abaisse pas sensiblement pendant la combustion. La mèche, mue par deux pignons dentés, s'engage dans un bec plat, semblable aux becs des anciennes lampes à huile, mais ce bec s'ouvre dans une capsule métallique, présentant à sa partie supérieure une fonte de même forme,

et, à sa base, une série de trous pour l'introduc-

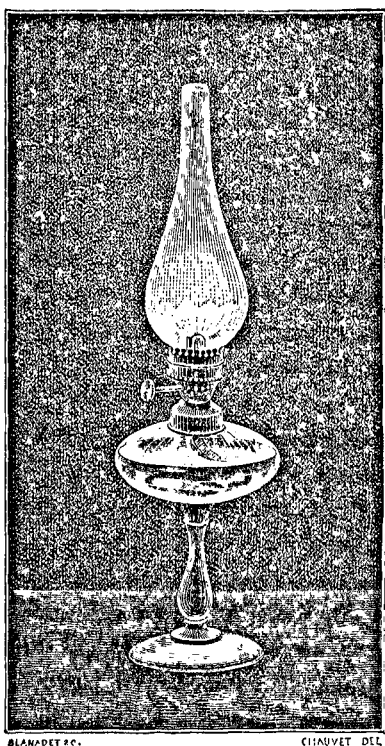


Fig 44. — Lampe à pétrole.

tion de l'air. Les vapeurs de pétrole se mélangent avec l'air dans l'intérieur de la capsule et

viennent brûler au haut du bec. On obtient ainsi les mêmes effets qu'avec un double courant d'air et la combustion est assez complète pour qu'on ait une flamme bien éclairante, dépourvue de fumée et d'odeur. La cheminée de verre est renflée à la base, pour la soustraire à l'action des pointes de la flamme.

78. Lampes à bec rond. — Le *bec Cosmos* ou allemand présente les avantages du bec rond et la simplicité du bec plat. Il se compose de deux troncs de cône concentriques, entre lesquels on introduit une mèche plate, assez large pour garnir, à la partie supérieure, toute la circonférence du brûleur. Cette disposition permet de faire pénétrer un courant d'air au centre du bec par un ou plusieurs orifices latéraux. L'air arrive par la galerie qui supporte la cheminée de verre. Cette cheminée est cylindrique et coudée, comme celle des lampes à huile, mais un peu plus haute, pour donner plus de tirage.

79. Lampes intensives. — Les lampes de grande intensité sont le plus souvent à courant d'air central; elles permettent généralement de brûler des pétroles lourds. Le courant d'air est amené par un tuyau cylindrique qui traverse

l'appareil dans toute sa hauteur. La mèche, cylindrique, entoure ce conduit et plonge dans le liquide du réservoir. Telles sont les lampes dites

françaises, belges, universelles, etc., assez répandues à l'étranger.

La *lampe Dittmar* (fig. 45) se compose d'un réservoir *b*, disposé autour du porte-mèche et communiquant avec lui par un tube horizontal qu'on voit à droite. La mèche est cylindrique et mue par une crémaillère et un pignon placé au-dessous du réservoir. Le courant d'air extérieur est amené par le tube

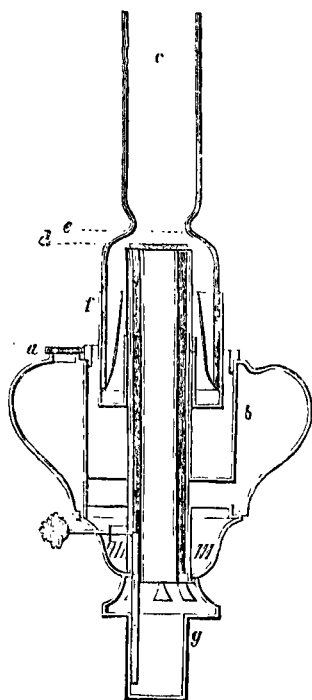


Fig. 45. — Lampe Dittmar.

central. La cheminée *c* est portée par un support mobile *f*, qui permet de placer l'étranglement

e à 7 millimètres environ au-dessus de l'extrémité *d* du porte-mèche, pour régler le tirage. L'orifice *a* sert à introduire le pétrole.

Dans la *lampe Besnard*, le courant d'air intérieur rencontre un disque d'acier horizontal, qui l'infléchit et le fait arriver perpendiculairement sur la flamme. Un coude conique dirige également le courant d'air extérieur sur la flamme. La cheminée est munie d'un renflement sphérique, qui l'empêche de se briser par l'action de la chaleur.

La *lampe solaire*, du même constructeur, est à flamme renversée. Le bec est placé au-dessous du réservoir, qui a la forme d'un anneau très aplati ; il porte une mèche ronde, qui est en contact avec trois mèches plates formant siphon et plongeant dans le réservoir. La cheminée, en tôle, est placée au-dessus du réservoir ; une coupe de verre entoure la flamme et reçoit les gouttes de pétrole qui peuvent tomber. Seule, la mèche ronde doit être remplacée de temps en temps, ce qui est très facile ; malgré la disposition des mèches plates, le liquide n'arrive au bec que pendant la combustion.

Dans d'autres modèles, on a cherché à conserver le double courant d'air, tout en supprimant le conduit cylindrique central, ce qui per-

met d'augmenter la capacité du réservoir. Pour cela, on place sur le bec une mèche cylindrique courte, à laquelle le pétrole est amené par deux mèches plates, ou même par une seule. On peut ainsi ménager des ouvertures au-dessous de la mèche ronde pour l'introduction du courant d'air intérieur. La *lampe Brunner* est à deux mèches plates, la *lampe Dittmar* n'en a qu'une. Dans ces appareils la mèche ronde s'use seule.

Il existe cependant une lampe intensive à becs

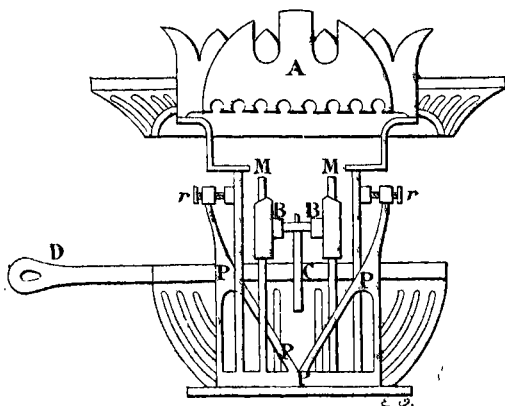


Fig. 46. — Lampe Hinks-Messenger.

plats ; c'est la lampe Hinks, qui a été modifiée par M. Messenger et qui est employée très fréquemment pour l'éclairage des appartements. Cette lampe (fig. 46) possède deux becs plats, pa-

rallèles, qui s'ouvrent dans une même capsule, percée également de deux fentes. Chaque mèche est mue par un pignon. Une disposition intéressante permet d'allumer ou d'éteindre la lampe sans ôter la cheminée.

La capsule et la galerie qui supporte cette cheminée sont montées sur deux tiges se déplaçant verticalement à frottement doux dans le corps du bec. Dans le système Messenger, chacune de ces tiges est munie d'un galet qui roule sur un plan incliné. Avant d'allumer, on pousse vers la droite une clef qui entraîne les deux galets et provoque l'ascension des tiges; dès que l'allumage est terminé, on ramène tous les organes à leur place en donnant à la clef un mouvement contraire. Pour l'extinction, on appuie sur un levier, qui soulève deux enveloppes mobiles venant se placer sur les mèches et interceptant l'arrivée de l'air. La cheminée de verre est renflée à la base.

Les lampes intensives à bec rond consomment environ 32 grammes de pétrole par carcel-heure, et la lampe Hinks 36^{gr},4.

80. Éclairage aux huiles lourdes. — Quelques tentatives ont été faites pour appliquer à l'éclairage les huiles lourdes de pétrole.

Ces huiles étant très riches en carbone, il faut, pour obtenir une combustion suffisamment complète, fournir à la flamme une quantité d'air assez considérable. On s'est servi d'abord d'air comprimé, provenant d'un réservoir extérieur, puis on a adapté une petite pompe à main à l'appareil lui-même. Les lampes ainsi alimentées ne peuvent servir que pour un éclairage provisoire, en plein air ; il faut, toutes les 4 ou 5 heures, rétablir la pression par quelques coups de piston ou ajouter du liquide ; aussi leur emploi est-il très limité.

CHAPITRE X

COMPARAISON ET PRIX DE REVIENT DES PRINCIPAUX SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE

81. Comparaison des divers systèmes d'éclairage. — Malgré la découverte du gaz et de la lumière électrique, les anciens procédés que nous avons décrits plus haut sont encore en usage : c'est que chaque méthode présente ses avantages et ses inconvénients et convient, mieux que toute autre, à tel ou tel cas particulier.

Les chandelles et les bougies appartiennent à l'un des plus anciens procédés d'éclairage ; pour les raisons que nous avons indiquées ci-dessus les premières sont à peu près abandonnées, mais les bougies ont l'avantage de se prêter à une extrême division de la lumière ; elles sont faciles à allumer et à transporter et donnent une lumière douce et agréable, mais pas absolument fixe ; employées en grand nombre, elles fournissent un éclairage de luxe du plus heureux effet.

L'huile végétale donne également une lumière douce, que la cheminée du verre rend extrêmement fixe, et qui convient parfaitement aux travaux de bureau, mais l'entretien et la préparation des lampes sont malpropres et ennuyeux. Ces deux systèmes d'éclairage sont, en outre, d'une sécurité absolue.

L'essence minérale ne convient qu'aux éclairages portatifs de faible intensité.

L'huile de pétrole donne une lumière jaune, moins agréable que celle de l'huile de colza, un peu moins régulière et accompagnée d'une chaleur souvent gênante et parfois d'une odeur désagréable. En outre, le liquide suinte toujours à travers les récipients.

Cependant, la lumière du pétrole serait, d'après le D^r Trousseau, celle qui se rapproche le plus par ses qualités de la lumière électrique et par conséquent celle qui doit être préférée pour l'éclairage des maisons et des bureaux, après la lampe à incandescence.

Le gaz donne une lumière d'un jaune brillant, moins fixe que celle de l'huile, et qui, sauf avec les becs à incandescence, altère l'apparence des couleurs. Les appareils n'exigent aucune préparation. La nécessité d'installer une usine est, dans certains cas, un inconvénient, auquel

il faut ajouter le danger qui peut résulter des fuites. La combustion du gaz dégage beaucoup de chaleur et vicie notablement l'atmosphère ; on peut du reste supprimer ce dernier défaut et même utiliser le tirage des becs de gaz pour la ventilation ; mais on augmente ainsi les dépenses d'installation.

Quant à la lumière électrique, dont nous n'avons pas à nous occuper ici, elle présente de nombreux avantages que nous indiquons ailleurs et qui la font souvent préférer aux autres modes d'éclairage, même lorsque son prix de revient est plus élevé (1).

82. Prix de revient des divers systèmes d'éclairage. — Voici, d'après M. Galine, la quantité relative d'énergie dépensée avec les principaux systèmes d'éclairage :

Suif	124	watts par bougie
Cire	94	"
Acide stéarique	90	"
Spermaceti	86	"
Huile minérale	80	"
Huile végétale	57	"
Gaz.	68	"
Incandescence électrique . .	3,5	"
Arc voltaïque	0,6	"

(1) LEFÈVRE. — *Éclairage électrique*. Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.

Ce tableau permettrait de comparer facilement les divers systèmes d'éclairage, si, pour tous ces systèmes, l'énergie était produite de la même manière; mais, en réalité, la question est beaucoup plus complexe.

Les bougies et les lampes à huile donnent un éclairage coûteux. Ainsi, avec l'huile, la carcel-heure correspond à une consommation d'environ 45 grammes, soit 0^{fr},0585, en comptant le kilogramme à 1^{fr},30 et en négligeant les frais accessoires de verres, chiffons, etc.

Pour l'huile de pétrole, la consommation est, pour la même unité, d'environ 30 grammes, ce qui fait 0^{fr},012, à raison de 0^{fr},40 le kilogramme, sans compter les frais accessoires.

Cette différence explique pourquoi la consommation d'huile va en décroissant, tandis que celle du pétrole augmente sans cesse. Ainsi, à Paris, la consommation d'huile par habitant a été de 5^{kg},870 en 1855, de 3^{kg},850 en 1877 et de 2^{kg},580 en 1889. La consommation de pétrole a été de 0^{kg},47 en 1867, de 1^{kg},60 en 1878 et de 4^{kg},80 en 1889.

La consommation d'essence minérale est d'environ 70 grammes, soit 0^{fr},05 à raison de 0^{fr},50 le litre.

Le prix de revient du gaz d'éclairage est très

variable, car il dépend du prix d'achat de la houille, de la main-d'œuvre, de la vente des sous-produits, etc. D'après M. H. Maréchal, le prix de fabrication du mètre cube s'est élevé, à Paris, à 0^{fr},1154 pour les années 1890-93. La valeur correspondante des sous-produits était de 0^{fr},0646, ce qui ramène le prix du gaz à 0^{fr},0508.

Si l'on tient compte des frais généraux, des frais de distribution, des frais d'emprunts, d'amortissement, etc., on trouve que le prix de revient du gaz distribué, non compris les charges municipales, a été de 0^{fr},122 en 1890, 0^{fr},124 en 1891, 0^{fr},130 en 1892 et 0^{fr},148 en 1893. En tenant compte de ces charges, les chiffres précédents deviennent 0,145, 0,147, 0,153 et 0,172. Le prix moyen de vente a été pendant ces quatre années de 0^{fr},272.

Le tableau de la page suivante indique la consommation et la dépense des principaux brûleurs par carcel-heure.

Le prix du gaz a été compté à 0^{fr},30 le mètre cube. On voit que la dépense peut varier de 1 à 5, suivant la nature du brûleur.

TABLEAU DES CONSOMMATIONS ET DÉPENSES

Désignation des bees	Consommation	Dépense
Bec papillon $\frac{6}{10}$ millimètre	127 litres	0 ^{fr} ,0381
" Bengel.	105 "	0, 0315
" 4 septembre	105 "	0, 0315
" Parisien	58 "	0, 017 $\frac{1}{4}$
" Industriel	40 "	0, 0120
" Wenham	80 "	0, 0240
" Auer	26 "	0, 0078
" Albo-carbon	30 "	0, 0090

Le prix de revient de l'électricité dans les stations centrales est encore très variable ⁽¹⁾ : à Paris, le prix de vente s'élève actuellement à 0^{fr},11 l'hectowatt-heure, ce qui fait ressortir la carcel-heure, avec les lampes à arc, à 0^{fr},0121 si on la rapporte à l'intensité sphérique avec globe, et à 0^{fr},0042, si on la rapporte à l'intensité maxima avec globe. Les lampes à incandescence, consommant en moyenne, 3,5 watts par bougie ou 35 watts par carcel, produisent la carcel-heure à 0^{fr},038, en comptant l'énergie électrique au prix indiqué plus haut.

Les résultats qui précèdent sont résumés dans

(1) LEFÈVRE. — *L'Éclairage électrique*. Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.

le tableau suivant, que nous empruntons à M. Galine :

PRIX DE REVIENT

Nature de la source	Prix de la carrel-heure
Huile de colza à 1 ^{fr} ,30 le kilogramme . .	0 ^{fr} ,0585
Pétrole à 0 ^{fr} ,40 le kilogramme	0, 0120
Gaz à 0 ^{fr} ,30 le mètre cube	Becs ordinaires de 110 litres
	Becs à récupérateur de 50 litres
	Becs à incandescence de 26 litres
Électricité à 0 ^{fr} ,11 l'hec- towattheure	Arc, intensité sphérique avec globe
	Arc, intensité maxima avec globe
	Incandescence

Ces chiffres n'ont évidemment rien d'absolu ; ils peuvent varier suivant les conditions dans lesquelles on produit l'énergie . .

Il faut remarquer d'ailleurs que, malgré les progrès réalisés dans les appareils d'éclairage, la dépense pour l'éclairage public et privé va toujours en augmentant ; c'est que ces progrès eux-mêmes, qui résultent principalement de la concurrence du gaz et de l'électricité, nous rendent

de plus en plus exigeants, et la lumière devient pour nous aussi nécessaire que l'air ou l'eau.

En 1745, à l'occasion du mariage du Dauphin, la galerie des glaces du Palais de Versailles reçut une brillante illumination, s'élevant en moyenne à 2,5 bougies par mètre carré; actuellement, l'éclairage des salons de l'Hôtel de Ville de Paris correspond, les jours de réception, à 16 bougies par mètre carré.

D'après M. H. Maréchal, les rues et les promenades de Paris sont actuellement « éclairées par près de 53 000 lanternes à gaz et par 461 foyers électriques. Dans les maisons brûlent deux millions de becs divers, 280 000 lampes à incandescence et 9 000 lampes à arc. Chaque année, nous consommons au moins 263 millions de mètres cubes de gaz et nous absorbons, pour notre éclairage électrique, une force motrice de plus de 30 000 chevaux. La lumière produite par tous les procédés d'éclairage employés dans Paris, et qui atteignait déjà 442 millions de carcel-heures en 1855, 1 338 millions en 1877 et 2 644 millions en 1889, s'élève aujourd'hui à 3 283 millions de carcel-heures. C'est environ 1 300 carcel-heures par habitant. Que de chemin parcouru depuis la pauvre et solitaire chandelle de Philippe V ! »

BIBLIOGRAPHIE

- Instructions de Dumas et Regnault pour la détermination du pouvoir éclairant et la vérification de la bonne épuration du gaz.* Paris, 1860.
- Nécessité d'une autorisation pour l'établissement et l'emploi d'appareils à gaz.* Arrêté du 2 avril 1868.
- CORNUAULT. — *Note sur quelques nouveaux becs intensifs (bec Siemens à régénérateur, etc.) présentés à la Soc. des Ingén. civils.* Paris, 1881.
- BANDSEPT. — *Éclairage intensif par le gaz.* Extr. du *Moniteur industr.*, Paris, 1883.
- *Nouveau brûleur pour le gaz (bec tourbillon).* Bruxelles, 1886.
- *Éclairage intensif et divisé par le gaz : lampes et becs gazo-multiples.* Bruxelles, 1890.
- WITZ. — *Pouvoir calorifique du gaz d'éclairage.* Ann. de chim. et de phys., (6), VI, 1885.
- DELAHAYE. — *L'éclairage dans la ville et dans la maison.* Paris, 1886.
- DE MONT-SERRAT et BRISAC. — *Le gaz et ses applications.* Paris, 1892.
- BUSE. — *Nos éclairages : électricité, gaz, pétrole.* Gand, 1892.

JACCARD. — *Le pétrole, l'asphalte et le bitume au point de vue géologique.* Paris, 1894.

MARÉCHAL. — *L'éclairage à Paris.* Paris, 1894.

GALINE. — *Traité général d'éclairage.* Paris, 1894.

J. LEFÈVRE. — *Savons et Bougies,* Paris, 1894.

BLONDEL. — *La détermination de l'intensité moyenne sphérique des sources de lumière.* (Extrait de l'*Éclairage électrique*) Paris, 1895.

— *L'éclairage public par les lampes à arc* (Extrait du *Génie civil*), Paris, 1895.

DOMMER. — *L'incandescence par le gaz et le pétrole. L'acétylène et ses applications.* Paris, 1896.

G. DUMONT et HUBOU. — *L'acétylène, historique, propriétés, fabrication :* *Génie civil*, XXIX, nos 6 à 10 et 12 à 16; 1896.

D'HURCOURT. — *De l'éclairage au gaz.* Paris.

COLIN. — *Éclairage aux huiles minérales.* Paris.

Comptes-Rendus de la Société technique de l'industrie du gaz. Instructions relatives à l'éclairage et au chauffage par le gaz, ainsi qu'aux précautions à prendre dans son emploi.

Traités entre la ville de Paris et la Compagnie parisienne du gaz. 23 juillet 1855, 25 janvier 1861, 7 février 1870.

Rapport de la Commission de 1880.

Projet de convention présenté par M. Martial Bernard au Conseil Municipal de Paris le 27 décembre 1880.

Projet présenté par M. Floquet, le 9 août 1882.

Arrêté du 21 mars 1883.

Arrêts du Conseil de Préfecture de la Seine, du 16 juillet 1883 et du 4 juillet 1884.

Rapport de MM. Rosat de Mandres, de Basin et Jouselin. 1883.

Arrêt du Conseil d'Etat du 5 avril 1884.

Rapports des Commissions quinquennales de 1885, 1890 et 1895.

Projet présenté au Conseil Municipal de Paris par M. Sauton, le 26 octobre 1892.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
PRÉFACE	5

CHAPITRE PREMIER

<i>Principe des divers systèmes d'éclairage.</i>	9
1. Éclairage par combustion.	9
2. Éclairage par incandescence	12

CHAPITRE II

<i>Production du gaz de houille.</i>	13
3. Diverses sortes de houille.	13
4. Composition du gaz d'éclairage.	14
5. Fabrication du gaz d'éclairage; fours ordinaires	15
6. Fours à récupération	17
7. Condensation	18
8. Extracteurs et condensateurs	21
9. Épuration chimique.	25

TABLE DES MATIÈRES.

177

	Pages
10. Gazomètres	28
11. Sous-produits de la fabrication du gaz.	30
12. Usine du Landy	32

CHAPITRE III

<i>Distribution du gaz</i>	36
13. Régulateur d'émission	36
14. Pouvoir éclairant du gaz.	38
15. Mesure du pouvoir éclairant	39
16. Canalisations	40
17. Compteurs	42

CHAPITRE IV

<i>Les brûleurs à gaz</i>	46
18. Brûleurs à air libre	46
19. Brûleurs à air libre pour l'éclairage public.	49
20. Hauteur des candélabres.	51
21. Becs à double courant d'air	52
22. Becs intensifs à air libre.	54
23. Becs à récupération	56
24. Becs à flamme renversée.	61
25. Becs à incandescence	62
26. Éclairage Denayrouze.	64
27. Bec à albocarbon	67

CHAPITRE V

	Pages
<i>Éclairage aux gaz spéciaux</i>	69
28. Gaz riche et gaz portatif.	69
29. Gaz d'huile, de tourbe, de bois	70
30. Gaz à l'eau	71
31. Éclairage Gardie	71
32. Gaz à l'air	72

CHAPITRE VI

<i>Éclairage à l'acétylène</i>	73
33. Fabrication du carbure de calcium	73
34. Propriétés du carbure de calcium	75
35. Production de l'acétylène	76
36. Appareils à basse pression	76
37. Appareils à haute pression	84
38. Appareils à acétylène liquide	88
39. Propriétés de l'acétylène	90
40. Pouvoir éclairant	92
41. Brûleurs à acétylène	93
42. Lampes portatives	95
43. Carburation du gaz de houille.	96
44. Inconvénients de l'acétylène	97
45. Conclusions	100
46. Éclairage des voitures et des wagons	101

CHAPITRE VII

	Pages
<i>Chandelles et bougies</i>	101
47. Fabrication des chandelles	104
48. Chandelles à la baguette.	105
49. Chandelles moulées; machines à chandelles.	107
50. Inconvénients des chandelles	108
51. Avantages des bougies	108
52. Principe de la fabrication des acides gras .	109
53. Saponification calcaire	110
54. Saponification sulfurique.	112
55. Distillation des acides gras.	114
56. Comparaison des différents procédés de sa- ponification	116
57. Moulage des acides gras	117
58. Pressage des acides gras.	119
59. Fabrication des mèches	120
60. Moulage des bougies	121
61. Machines à mouler les bougies.	124

CHAPITRE VIII

<i>Eclairage aux huiles végétales</i>	130
62. Propriétés des huiles	130
63. Extraction des huiles	131
64. Épuration	134
65. Éclairage par les lampes à huile	134
66. Lampes à alimentation automatique.	135
67. Lampes à niveau constant	137
68. Lampes mécaniques	140

CHAPITRE IX

	Pages
<i>Éclairage aux huiles minérales</i>	147
69. Propriétés du pétrole.	147
70. Extraction du pétrole.	149
71. Transport du pétrole.	150
72. Raffinage du pétrole.	151
73. Essence de pétrole.	154
74. Lampes à essence.	155
75. Avantages et inconvénients de l'essence minérale.	156
76. Huile lampante.	157
77. Lampes à pétrole à bec plat.	157
78. Lampes à bec rond.	159
79. Lampes intensives.	159
80. Éclairage aux huiles lourdes.	163

CHAPITRE X

<i>Comparaison et prix de revient des principaux systèmes d'éclairage.</i>	105
81. Comparaison des divers systèmes d'éclairage.	165
82. Prix de revient des divers systèmes d'éclairage.	167
BIBLIOGRAPHIE.	173

ST-AMAND (CHER). IMPRIMERIE DESTENAY, BUSSIÈRE FRÈRES

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, A PARIS.

Envoi *franco* contre mandat-paste ou valeur sur Paris.

TRAITÉ
DE
MÉCANIQUE RATIONNELLE

PAR

PAUL APPELL,

Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences.

TROIS BEAUX VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES, SE VENDANT
SÉPARÉMENT ;

TOME I : Statique. Dynamique du point, avec 178 figures; 1893..... 16 fr.
TOME II : Dynamique des systèmes. Mécanique analytique, avec 99 figures;
1896..... 16 fr.
TOME III : Hydrostatique. Hydrodynamique..... (*Sous presse.*)

Ce Traité est le résumé des Leçons que l'Auteur fait depuis plusieurs années à la Faculté des Sciences de Paris sur le programme de la Licence. Comme la Mécanique était, jusqu'à présent, à peine enseignée dans les Lycées, on ne suppose chez le lecteur aucune connaissance de cette science et l'on commence par l'exposition des notions préliminaires indispensables, théorie des vecteurs, cinématique du point et du corps solide, principes de la Mécanique, travail des forces. Vient ensuite la Mécanique proprement dite, divisée en Statique et Dynamique.

Ce qui fait le caractère distinctif de cet Ouvrage et ce qui justifiera la publication d'une nouvelle Mécanique rationnelle après tant d'autres excellents Traités, c'est l'introduction de la Mécanique analytique dans les commencements mêmes du Cours. Au lieu de reléguer les méthodes de Lagrange à la fin et d'en faire une exposition entièrement séparée, l'Auteur a essayé de les introduire dans le courant de l'Ouvrage.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

COURS DE GÉOMÉTRIE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

LEÇONS

SUR LA THÉORIE GÉNÉRALE

DES SURFACES

ET LES

APPLICATIONS GÉOMÉTRIQUES DU CALCUL INFINITÉSIMAL

PAR

GASTON DARBOUX,

Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences.

4 VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

- I^{re} PARTIE : Généralités. Coordonnées curvilignes. Surfaces minima ; 1887... 15 fr.
II^e PARTIE : Les congruences et les équations linéaires aux dérivées partielles.
Des lignes tracées sur les surfaces ; 1889..... 15 fr.
III^e PARTIE : Lignes géodésiques et courbure géodésique.— Paramètres différentiels.
— Déformation des surfaces ; 1894..... 15 fr.
IV^e PARTIE : Déformation infiniment petite et représentation sphérique ; 1896. 15 fr.

RECUEIL COMPLÉMENTAIRE D'EXERCICES

SUR LE

CALCUL INFINITÉSIMAL

A L'USAGE DES CANDIDATS A LA LICENCE ET A L'AGRÉGATION
DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

Par M. F. TISSERAND,

Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris.

Avec de nouveaux Exercices sur les variables imaginaires,

Par M. PAINLEVÉ,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences.

(Cet Ouvrage forme une suite naturelle à l'excellent *Recueil d'Exercices*
de M. FRENET.)

2^e édition. In-8, avec figures ; 1896..... 9 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

COURS D'ASTRONOMIE

A L'USAGE

des Étudiants des Facultés des Sciences,

PAR

B. BAILLAUD,

Doyen honoraire de la Faculté des Sciences de Toulouse, Directeur de l'Observatoire.

2 VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

I^{re} PARTIE : Quelques théories applicables à l'étude des Sciences expérimentales. — Probabilités : erreurs des observations. — Instruments d'Optique. — Instruments d'Astronomie. — Calculs numériques, interpolations, avec 58 figures; 1893.. 8 fr.

II^e PARTIE : Astronomie sphérique; Mouvements dans le système solaire. Éléments géographiques. Éclipses. Astronomie moderne, avec 72 figures; 1896..... 15 fr.

Le Tome II vient de paraître.

Nous avons voulu réunir, en un Livre aussi concis qu'il nous serait possible de le faire, les notions les plus immédiatement indispensables à l'étudiant qui veut apprendre l'Astronomie. Ce n'est pas un *Traité complet* que nous avons voulu écrire. Tout en espérant que ce Livre pourrait être utile à d'autres, nous avons eu spécialement en vue les étudiants des Facultés des Sciences, en particulier les candidats à la Licence, examen dont il nous a toujours paru nécessaire d'élargir le programme d'Astronomie. Nous n'avons pas hésité à introduire, dans un Livre destiné surtout à cette catégorie d'étudiants, les problèmes relatifs aux déterminations d'orbites, les éléments de la Mécanique céleste, les propositions les plus simples de la haute Géodésie qui, à notre avis, rentrent dans ce fonds commun de connaissances auquel correspond la Licence et offrent aux étudiants d'admirables exemples de l'application des méthodes de l'Algèbre et de l'Analyse.

Bien que nous ayons voulu surtout écrire un Livre de Mathématiques et non une Astronomie descriptive, ni un *Traité de Physique céleste*, nous avons cru indispensable d'indiquer rapidement les problèmes et les méthodes de l'Astronomie moderne et quelques-uns des résultats obtenus. Nous leur avons consacré le dernier Chapitre de ce Volume. Quelques-unes des questions qui y sont traitées auraient eu leur place marquée dans le premier Volume; quelques-unes même, comme la Spectroscopie, y avaient été signalées. Nous avons cru bon de les rassembler à la fin de l'Ouvrage, comme en un Chapitre complémentaire, afin de faire profiter le lecteur des derniers progrès accomplis.

B. B.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

COURS DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

TRAITÉ D'ANALYSE

PAR

ÉMILE PICARD,

Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences.

4 VOLUMES IN-8, AVEC FIGURES, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

TOME I : Intégrales simples et multiples. — L'équation de Laplace et ses applications. Développement en séries. — Applications géométriques du Calcul infinitésimal. 1891..... 15 fr.

TOME II : Fonctions harmoniques et fonctions analytiques. — Introduction à la théorie des équations différentielles. Intégrales abéliennes et surfaces de Riemann. 1893..... 15 fr.

TOME III : Des singularités des intégrales des équations différentielles. Étude du cas où la variable reste réelle et des courbes définies par des équations différentielles. Equations linéaires; analogies entre les équations algébriques et les équations linéaires. 1896..... 18 fr.

TOME IV : Équations aux dérivées partielles..... (En préparation.)

Le premier Volume commence par les parties les plus élémentaires du Calcul intégral et ne suppose chez le lecteur aucune autre connaissance que les éléments du Calcul différentiel, aujourd'hui classiques dans les Cours de Mathématiques spéciales. Dans la première Partie, l'Auteur expose les éléments du Calcul intégral, en insistant sur les notions d'intégrale curviligne et d'intégrale de surface, qui jouent un rôle si important en Physique mathématique. La seconde Partie traite d'abord de quelques applications de ces notions générales; au lieu de prendre des exemples sans intérêt, l'Auteur a préféré développer la théorie de l'équation de Laplace et les propriétés fondamentales du potentiel. On y trouvera ensuite l'étude de quelques développements en séries, particulièrement des séries trigonométriques. La troisième Partie est consacrée aux applications géométriques du Calcul infinitésimal.

Les Volumes suivants sont consacrés surtout à la théorie des équations différentielles à une ou plusieurs variables; mais elle est entièrement liée à plus d'une autre théorie qu'il est nécessaire d'approfondir. Pour ne citer qu'un exemple, l'étude préliminaire des fonctions algébriques est indispensable quand on veut s'occuper de certaines classes d'équations différentielles. L'Auteur ne se borne donc pas à l'étude des équations différentielles; ses recherches rayonnent autour de ces centres.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

COURS DE PHYSIQUE

DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Par M. J. JAMIN.

QUATRIÈME ÉDITION, AUGMENTÉE ET ENTIÈREMENT REFONDUE

Par M. E. BOUTY,

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Quatre tomes in-8, de plus de 4000 pages, avec 1587 figures et 14 planches sur acier, dont 2 en couleur; 1885-1891. (OUVRAGE COMPLET)..... 72 fr.

On vend séparément :

TOME I. — 9 fr.

- (*) 1^{er} fasciculé. — *Instruments de mesure. Hydrostatique*; avec 150 figures et 1 planche..... 5 fr.
2^e fascicule. — *Physique moléculaire*; avec 93 figures... 4 fr.

TOME II. — CHALEUR. — 15 fr.

- (*) 1^{er} fascicule. — *Thermométrie, Dilatations*; avec 98 fig. 5 fr.
(*) 2^e fascicule. — *Calorimétrie*; avec 48 fig. et 2 planches... 5 fr.
3^e fascicule. — *Thermodynamique. Propagation de la chaleur*; avec 47 figures..... 5 fr.

TOME III. — ACOUSTIQUE; OPTIQUE. — 22 fr.

- 1^{er} fascicule. — *Acoustique*; avec 123 figures..... 4 fr.
(*) 2^e fascicule. — *Optique géométrique*; avec 139 figures et 3 planches..... 4 fr.
3^e fascicule. — *Étude des radiations lumineuses, chimiques et calorifiques; Optique physique*; avec 249 fig. et 5 planches, dont 2 planches de spectres en couleur..... 14 fr.

TOME IV (1^{re} Partie). — ÉLECTRICITÉ STATIQUE ET DYNAMIQUE. — 13 fr.

- 1^{er} fascicule. — *Gravitation universelle. Électricité statique*; avec 155 figures et 1 planche..... 7 fr.
2^e fascicule. — *La pile. Phénomènes électrothermiques et électrochimiques*; avec 161 figures et 1 planche..... 6 fr.

(*) Les matières du programme d'admission à l'École Polytechnique sont comprises dans les parties suivantes de l'Ouvrage : Tome I, 1^{er} fascicule; Tome II, 1^{er} et 2^e fascicules; Tome III, 2^e fascicule.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

TOME IV (2^e Partie). — MAGNÉTISME; APPLICATIONS. — 13 fr.

3^e fascicule. — *Les aimants. Magnétisme. Électromagnétisme. Induction*; avec 240 figures..... 8 fr.

4^e fascicule. — *Météorologie électrique; applications de l'électricité. Théories générales*; avec 84 figures et 1 planche..... 5 fr.

TABLES GÉNÉRALES.

Tables générales, par ordre de matières et par noms d'auteurs des quatre volumes du Cours de Physique. In-8; 1891... 60 c.

Des suppléments destinés à exposer les progrès accomplis viendront compléter ce grand Traité et le maintenir au courant des derniers travaux.

1^{er} SUPPLÉMENT. — *Chaleur. Acoustique. Optique*, par E. BOUTY, Professeur à la Faculté des Sciences. In-8, avec 41 fig.; 1896. 3 fr. 50 c.

PREMIERS PRINCIPES
D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

PILES, ACCUMULATEURS, DYNAMOS, TRANSFORMATEURS,

Par M. Paul JANET.

Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris,
Directeur du Laboratoire central d'Électricité.

2^e ÉDITION, REVUE ET CORRIGÉE.

Un volume in-8, avec 173 figures; 1896..... 6 fr.

COURS ÉLÉMENTAIRE D'ÉLECTRICITÉ

Lois expérimentales et principes généraux. Introduction à l'Électrotechnique.
(Leçons professées à l'Institut industriel du Nord de la France).

Par M. Bernard BRUNHES,

Docteur ès Sciences, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille.

Un volume in-8, avec 137 figures; 1895..... 5 fr.

MESURES ÉLECTRIQUES

LECONS PROFESSÉES A L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE MONTEFIORE
ANNEXÉ A L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE.

Par M. Eric GÉRARD,

Directeur de l'Institut Électrotechnique Montefiore, Ingénieur principal des Télégraphes,
Professeur à l'Université de Liège.

Grand in-8, 450 pages, 198 figures; cartonné toile anglaise..... 12 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

LES RADIATIONS NOUVELLES.

LES RAYONS X

ET LA PHOTOGRAPHIE A TRAVERS LES CORPS OPAQUES,

PAR

Ch.-Ed. GUILLAUME,

Docteur ès Sciences,

Adjoint au Bureau international des Poids et Mesures.

DEUXIÈME ÉDITION.

UN VOLUME IN-8 DE VIII-144 PAGES, AVEC 23 FIGURES ET 8 PLANCHES ;
1896. 3 fr.

Les Rayons X sont toujours à l'ordre du jour et notre curiosité est loin d'être satisfaite à leur égard. La première édition de l'Ouvrage de *M. Ch.-Ed. Guillaume* a été épuisée en quelques jours. La deuxième, qui vient de paraître, sera bien accueillie des Physiciens et des Photographes. L'Auteur fait connaître en détail la genèse de cette merveilleuse découverte, ainsi que les résultats qu'on en a tirés. Il décrit minutieusement le manuel opératoire à employer pour obtenir des résultats satisfaisants. Cette brochure servira de guide aux opérateurs désireux d'arriver sans trop de tâtonnements à de bons résultats.

Le côté théorique de la question n'est point négligé, et M. Ch.-Ed. Guillaume a rappelé un grand nombre d'expériences antérieures, de « faits contingents » sans lesquels les nouveaux phénomènes resteraient isolés et incompréhensibles.

L'Ouvrage in-8°, de 144 pages, contient de nombreuses reproductions en photographie de clichés originaux obtenus par MM. J. Chappuis, V. Chabaud, Londe, Imbert et Bertin-Sans, qui ont bien voulu les prêter à l'Auteur. Un cliché de M. Troost, impressionné par de la blende, sans tube à vide, clôt la série.

L'ensemble forme un Volume qui intéressera tous ceux qui aiment à se « rendre compte » de ce qui se passe autour des *Rayons X*.

ÉCOLE PRATIQUE DE PHYSIQUE

EXERCICES DE PHYSIQUE

ET APPLICATIONS.

PRÉPARATOIRES A LA LICENCE.

Par **M. Aimé WITZ,**

Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

Un volume in-8, avec 114 figures ; 1889. 12 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

ÉCOLE PRATIQUE DE PHYSIQUE

COURS ÉLÉMENTAIRE

DE MANIPULATIONS DE PHYSIQUE,

Par M. Aimé WITZ,

Docteur ès Sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur aux Facultés catholiques de Lille,

A L'USAGE DES CANDIDATS AUX ÉCOLES ET AU CERTIFICAT DES ÉTUDES
PHYSIQUES, CHIMIQUES ET NATURELLES.

2^e ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE. IN-8, AVEC 77 FIGURES; 1895. 5 FR.

Le succès de la première édition de cet Ouvrage, épuisé aujourd'hui et toujours demandé, a prouvé que sa rédaction convenait bien aux besoins des élèves : nous avons donc prié l'Auteur de donner une nouvelle édition de son Cours en conservant le mode d'exposition qu'il avait adopté, et qu'on avait tant apprécié. Le texte a été revu et soigneusement corrigé.

Mais les progrès de l'enseignement de la Physique ont été considérables en dix ans, et M. Witz nous a demandé d'enrichir son *Cours de Manipulations* d'un certain nombre d'exercices nouveaux : il fallait dès lors partager l'Ouvrage en deux Volumes. Le premier, plus élémentaire, est destiné aux candidats à certaines Écoles et en particulier aux étudiants du Certificat des Etudes physiques, chimiques et naturelles ; le second répond plus spécialement aux exigences de l'Enseignement supérieur et est destiné aux candidats à la Licence et à l'Agrégation.

Le premier Volume a déjà reçu le meilleur accueil du public.

PRINCIPES

DE LA

THÉORIE DES FONCTIONS ELLIPTIQUES ET APPLICATIONS,

PAR

P. APPELL,

Membre de l'Institut, Professeur
à la Faculté des Sciences.

E. LACOUR,

Professeur de Mathématiques spéciales
au Lycée Saint-Louis.

UN BEAU VOLUME GRAND IN-8, AVEC FIGURES; 1896.

PRIX POUR LES SOUSCRIPTEURS..... 12 FR.

Un premier fascicule (208 pages) a paru.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

ENCYCLOPÉDIE DES TRAVAUX PUBLICS

ET ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE

Fondées par M.-C. LECHALAS, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

TRAITÉ DES MACHINES A VAPEUR

RÉDIGÉ CONFORMÉMENT AU PROGRAMME DU COURS DE MACHINES A VAPEUR
DE L'ÉCOLE CENTRALE.

PAR

ALHEILIG,

Ingénieur de la Marine,
Ex-Professeur à l'École d'application
du Génie maritime.

Camille ROCHE,

Industriel,
Ancien Ingénieur de la Marine.

2 BEAUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT (E. I.) :

TOME I : Thermodynamique théorique et applications. La machine à vapeur et les métaux qui y sont employés. Puissance des machines, diagrammes indicateurs. Freins. Dynamomètres. Calcul et dispositions des organes d'une machine à vapeur. Régulation. Opures de détente et de régulation. Théorie des mécanismes de distribution; détente et changement de marche. Condensation, alimentation. Pompes de service. — Volume de XI-604 pages, avec 412 figures; 1895..... **20 fr.**

TOME II : Forces d'inertie. Moments moteurs. Volants régulateurs. Description et classification des machines. Machines marines. Moteurs à gaz, à pétrole et à air chaud. Graissage, joints et presse-étoupes. Montage des machines et essais des moteurs. Passation des marchés. Prix de revient, d'exploitation et de construction. Servo-moteurs. Tables numériques. — Volume de IV-560 pages, avec 281 figures; 1895..... **18 fr.**

CHEMINS DE FER

MATÉRIEL ROULANT. RÉSISTANCE DES TRAINS. TRACTION.

PAR

E. DEHARME,

Ingénieur principal du Service central
de la Compagnie du Midi.

A. PULIN,

Ingénieur, Inspecteur principal
de l'Atelier central des chemins de fer
du Nord.

Un volume grand in-8, xxii-441 pages, 95 figures, 1 planche; 1895 (E. I.). **15 fr.**

VERRE ET VERRERIE

PAR

Léon APPERT et Jules HENRIVAUX,

Ingénieurs.

Grand in-8, avec 130 figures et 1 atlas de 14 planches; 1894 (E. I.)..... **20 fr.**

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

COURS DE CHEMINS DE FER

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES

Par **M. C. BRICKA,**

Ingénieur en chef de la voie et des bâtiments aux Chemins de fer de l'État.

2 VOLUMES GRAND IN-8; 1894 (E. T. P.)

TOME I : Études. — Construction. — Voie et appareils de voie. — Volume de VIII-634 pages avec 326 figures; 1894... 20 fr.

TOME II : Matériel roulant et Traction. — Exploitation technique. — Tarifs. — Dépenses de construction et d'exploitation. — Régime des concessions. — Chemins de fer de systèmes divers. — Volume de 709 pages, avec 177 figures; 1894... 20 fr.

COUVERTURE DES ÉDIFICES

ARDOISES, TUILES, MÉTAUX, MATIÈRES DIVERSES,

Par **M. J. DENFER,**

Architecte, Professeur à l'École Centrale,

UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC 429 FIG.; 1893 (E. T. P.).. 20 FR.

CHARPENTERIE MÉTALLIQUE

MENUISERIE EN FER ET SERRURERIE,

Par **M. J. DENFER,**

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

2 VOLUMES GRAND IN-8; 1894 (E. T. P.).

TOME I : Généralités sur la fonte, le fer et l'acier. — Résistance de ces matériaux. — Assemblages des éléments métalliques. — Chainages, linteaux et poitrails. — Planchers en fer. — Supports verticaux. Colonnes en fonte. Poteaux et piliers en fer. — Grand in-8 de 584 pages avec 479 figures; 1894... 20 fr.

TOME II : Pans métalliques. — Combles. — Passerelles et petits ponts. — Escaliers en fer. — Serrurerie. (Ferrements des charpentes et menuiseries. Paratonnerres. Clôtures métalliques. Menuiserie en fer. Serres et vérandas). — Grand in-8 de 626 pages avec 571 figures; 1894... 20 fr.

ÉLÉMENTS ET ORGANES DES MACHINES

Par **M. AL. GOUILLY,**

Ingénieur des Arts et Manufactures,

GRAND IN-8 DE 406 PAGES, AVEC 710 FIG.; 1894 (E. I.)... 12 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

LE VIN ET L'EAU-DE-VIE DE VIN

Par **Henri DE LAPPARENT**,

Inspecteur général de l'Agriculture.

INFLUENCE DES CÉPAGES, DES CLIMATS, DES SOLS, ETC., SUR LA QUALITÉ DU VIN, VINIFICATION, CUVERIE ET CHAIS, LE VIN APRÈS LE DÉCUVAGE, ÉCONOMIE, LÉGISLATION.

GRAND IN-8 DE XII-533 PAGES, AVEC 111 FIG. ET 28 CARTES DANS LE TEXTE; 1893 (E. I.)..... 12 FR.

CONSTRUCTION PRATIQUE des NAVIRES de GUERRE

Par **M. A. CRONEAU**,

Ingénieur de la Marine,
Professeur à l'École d'application du Génie maritime.

2 VOLUMES GRAND IN-8 ET ATLAS; 1894 (E. I.).

TOME I : Plans et devis. — Matériaux. — Assemblages. — Différents types de navires. — Charpente. — Revêtement de la coque et des ponts. — Gr. in-8 de 379 pages avec 305 fig. et un Atlas de 11 pl. in-4° doubles, dont 2 en trois couleurs; 1894, 18 fr.

TOME II : Compartimentage. — Cuirassement. — Pavois et garde-corps. — Ouvertures pratiquées dans la coque, les ponts et les cloisons. — Pièces rapportées sur la coque. — Ventilation. — Service d'eau. — Gouvernails. — Corrosion et salissure. — Poids et résistance des coques. — Grand in-8 de 616 pages avec 359 fig.; 1894. 15 fr.

PONTS SOUS RAILS ET PONTS-ROUTES A TRAVÉES
MÉTALLIQUES INDÉPENDANTES.

FORMULES, BARÈMES ET TABLEAUX

Par **Ernest HENRY**,

Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

UN VOL. GRAND IN-8, AVEC 267 FIG.; 1894 (E. T. P.).... 20 FR.

Calculs rapides pour l'établissement des projets de ponts métalliques et pour le contrôle de ces projets, sans emploi des méthodes analytiques ni de la statique graphique économie de temps et certitude de ne pas commettre d'erreurs).

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

BLANCHIMENT ET APPRÊTS TEINTURE ET IMPRESSION

PAR

Ch.-Er. GUIGNET,

Directeur des teintures aux Manufac-
tures nationales
des Gobelins et de Beauvais.

F. DOMMER,

Professeur à l'École de Physique
et de Chimie industrielles
de la Ville de Paris.

E. GRANDMOUGIN,

Chimiste, ancien préparateur à l'École de Chimie de Mulhouse.

UN VOLUME GRAND IN-8 DE 674 PAGES, AVEC 368 FIGURES ET ÉCHAN-
TILLONS DE TISSUS IMPRIMÉS; 1895 (E. I.)..... 30 FR.

TRAITÉ DE CHIMIE ORGANIQUE APPLIQUÉE

Par **M. A. JOANNIS,**

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux,
Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris.

2 VOLUMES GRAND IN-8 (E. I.).

TOME I : Généralités. Carbures. Alcools. Phénols. Éthers. Aldéhydes. Cétones.
Quinones. Sucres. — Volume de 688 pages, avec figures; 1896..... 20 fr.

TOME II : Hydrates de carbone. Acides. Alcalis organiques. Amides. Nitriles.
Composés azeïques. Radicaux organométalliques. Matières albuminoïdes. Fermenta-
tions. Matières alimentaires. (Sous presse.)

MANUEL DE DROIT ADMINISTRATIF

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES CHEMINS VICINAUX,

Par **M. Georges LECHALAS,**

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

2 VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT. (E. T. P.)

TOME I : Notions sur les trois pouvoirs. Personnel des Ponts et Chaussées. Principes
d'ordre financier. Travaux intéressant plusieurs services. Expropriations. Dommages
et occupations temporaires. — Volume de CXLVII-536 pages; 1889..... 20 fr.

TOME II (1^{re} PARTIE) : Participation des tiers aux dépenses des travaux publics.
Adjudications. Fournitures. Régie. Entreprises. Concessions. — Volume de VIII-
399 pages; 1893..... 10 fr.

COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE

ET DE GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE,

Par **M. Maurice D'OCAGNE,**

Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées,
Répétiteur à l'École Polytechnique.

UN VOLUME GRAND IN-8, DE XI-428 PAGES, AVEC 340 FIGURES; 1896
(E. T. P.)..... 12 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS.

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE

La Bibliothèque photographique se compose de plus de 200 volumes et embrasse l'ensemble de la Photographie considérée au point de vue de la science, de l'art et des applications pratiques.

A côté d'Ouvrages d'une certaine étendue, comme le *Traité* de M. Davanne, le *Traité encyclopédique* de M. Fabre, le *Dictionnaire de Chimie photographique* de M. Fournier, la *Photographie médicale* de M. Londe, etc., elle comprend une série de monographies nécessaires à celui qui veut étudier à fond un procédé et apprendre les tours de main indispensables pour le mettre en pratique. Elle s'adresse donc aussi bien à l'amateur qu'au professionnel, au savant qu'au praticien.

TRAITÉ DE PHOTOGRAPHIE PAR LES PROCÉDÉS PELLICULAIRES,

Par M. George BALAGNY, Membre de la Société française de Photographie,
Docteur en droit.

2 volumes grand in-8, avec figures; 1889-1890.

On vend séparément :

TOME I : Généralités. Plaques souples. Théorie et pratique des trois développements au fer, à l'acide pyrogallique et à l'hydroquinone. 4 fr.

TOME II : Papiers pelliculaires. Applications générales des procédés pelliculaires. Phototypie. Contretypes. Transparents. 4 fr.

MANUEL DE PHOTOCHROMIE INTERFÉRENTIELLE.

Procédés de reproduction directe des couleurs; par M. A. BERTHIER.
In-18 jésus, avec figures; 1895. 3 fr. 50 c.

CE QU'IL FAUT SAVOIR POUR RÉUSSIR EN PHOTOGRAPHIE.

Par A. COURRÈGES, Praticien.

2^e édition, revue et augmentée. Petit in-8, avec 1 planche en photocollographie; 1896. 2 fr. 50 c.

LA PHOTOGRAPHIE. TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE.

Par M. DAVANNE.

2 beaux volumes grand in-8, avec 234 fig. et 4 planches spécimens.. 32 fr.

On vend séparément :

I^{re} PARTIE : Notions élémentaires. — Historique. — Épreuves négatives. — Principes communs à tous les procédés négatifs. — Épreuves sur albumine, sur collodion, sur gélatinobromure d'argent, sur pellicules, sur papier. Avec 2 planches spécimens et 120 figures; 1886. 16 fr.

II^e PARTIE : Épreuves positives : aux sels d'argent, de platine, de fer, de chrome. — Épreuves par impressions photomécaniques. — Divers : Les couleurs en Photographie. Épreuves stéréoscopiques. Projections, agrandissements, micrographie. Réductions, épreuves microscopiques. Notions élémentaires de Chimie, vocabulaire. Avec 2 planches spécimens et 114 figures; 1888. 16 fr.

Un supplément, mettant cet important Ouvrage au courant des derniers travaux, est en préparation.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

TRAITÉ DE PHOTOGRAPHIE STÉRÉOSCOPIQUE.

Théorie et pratique; par M. A.-L. DONNADIEU, Docteur ès Sciences,
Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

Grand in-8, avec Atlas de 20 planches stéréoscopiques en photocollographie; 1892..... 9 fr.

TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE DE PHOTOGRAPHIE,

Par M. C. FABRE, Docteur ès Sciences.

4 beaux vol. grand in-8, avec 724 figures et 2 planches; 1889-1891... 48 fr.

Chaque volume se vend séparément 14 fr.

Des suppléments destinés à exposer les progrès accomplis viendront compléter ce Traité et le maintenir au courant des dernières découvertes.

1^{er} Supplément (A). Un beau vol. gr. in-8 de 400 p. avec 176 fig.; 1892. 14 fr.

Les 5 volumes se vendent ensemble..... 60 fr.

DICTIONNAIRE PRATIQUE DE CHIMIE PHOTOGRAPHIQUE,

Contenant une *Étude méthodique des divers corps usités en Photographie*, précédé de *Notions usuelles de Chimie* et suivi d'une description détaillée des *Manipulations photographiques*;

Par M. H. FOURTIER.

Grand in-8, avec figures; 1892..... 8 fr.

LES POSITIFS SUR VERRE.

Théorie et pratique. Les Positifs pour projections. Stéréoscopes et vitraux. Méthodes opératoires. Coloriage et montage;

Par M. H. FOURTIER.

Grand in-8, avec figures; 1892..... 4 fr. 50 c.

LA PRATIQUE DES PROJECTIONS.

Étude méthodique des appareils. Les accessoires. Usages et applications diverses des projections. Conduite des séances;

Par M. H. FOURTIER.

2 vol. in-18 jésus.

TOME I. Les Appareils, avec 66 figures; 1892..... 2 fr. 75 c.

TOME II. Les Accessoires. La Séance de projections, avec 67 fig.; 1893. 2 fr. 75 c.

LES LUMIÈRES ARTIFICIELLES EN PHOTOGRAPHIE.

Étude méthodique et pratique des différentes sources artificielles de lumières, suivie de recherches inédites sur la puissance des photopoudres et des lampes au magnésium;

Par M. H. FOURTIER.

Grand in-8, avec 10 figures et 8 planches; 1895..... 4 fr. 50 c.

TRAITÉ DE PHOTOGRAPHIE INDUSTRIELLE,

THÉORIE ET PRATIQUE,

Par Ch. FÉRY et A. BURAIS.

In-18 jésus, avec 94 figures et 9 planches; 1896..... 5 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

LE FORMULAIRE CLASSEUR DU PHOTO-CLUB DE PARIS.

Collection de formules sur fiches renfermées dans un élégant cartonnage et classées en trois Parties : *Phototypes, Photocopies et Photocalques, Notes et renseignements divers*, divisées chacune en plusieurs Sections ;

Par MM. H. FOURTIER, BOURGEOIS et BUCQUET.

Première Série ; 1892..... 4 fr.
Deuxième Série ; 1894..... 3 fr. 50 c.

DICTIONNAIRE SYNONYMIQUE FRANÇAIS, ALLEMAND, ANGLAIS, ITALIEN ET LATIN DES MOTS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES EMPLOYÉS EN PHOTOGRAPHIE ;

Par M. ANTHONNY GUERRONNAN.

Grand in-8 ; 1895..... 5 fr.

L'ART PHOTOGRAPHIQUE DANS LE PAYSAGE.

Étude et pratique ;

Par HORSLEY-HINTON, — traduit de l'anglais par H. COLARD.

Grand in-8, avec 11 planches ; 1894..... 3 fr.

LES LEVERS PHOTOGRAPHIQUES ET LA PHOTOGRAPHIE EN VOYAGE.

Par le D^r Gustave LE BON.

Deux volumes in-18 jésus, avec figures ; 1889..... 5 fr.

On vend séparément :

I^{re} PARTIE : Application de la Photographie aux levers des monuments et à la Topographie..... 2 fr. 75 c.
II^e PARTIE : Opérations complémentaires des levers topographiques... 2 fr. 75 c.

LA PHOTOGRAPHIE MÉDICALE.

Applications aux Sciences médicales et physiologiques ;

Par M. A. LONDE.

Grand in-8, avec 80 figures et 19 planches ; 1893..... 9 fr.

VIRAGES ET FIXAGES.

Traité historique, théorique et pratique ;

Par M. P. MERCIER,

Chimiste, Lauréat de l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

2 volumes in-18 jésus ; 1892..... 5 fr.

On vend séparément :

I^{re} PARTIE : Notice historique. Virages aux sels d'or..... 2 fr. 75 c.
II^e PARTIE : Virages aux divers métaux, Fixages..... 2 fr. 75 c.

LA LINOTYPÉ.

ou Art de décorer photographiquement les étoffes pour faire des écrans, des éventails, des paravents, etc., menus photographiques ;

Par M. L. TRANCHANT, rédacteur en chef de la *Photographie*.

In-18 jésus ; 1896..... 1 fr. 25 c.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

**TRAITÉ PRATIQUE
DES AGRANDISSEMENTS PHOTOGRAPHIQUES.**

Par M. E. TRUTAT.

2 volumes in-18 jésus, avec 105 figures; 1891..... 5 fr.

On vend séparément :

I^{re} PARTIE ; Obtention des petits clichés ; avec 52 figures..... 2 fr. 75

II^e PARTIE : Agrandissements ; avec 53 figures..... 2 fr. 75 c.

LES ÉPREUVES POSITIVES SUR PAPIERS ÉMULSIONNÉS.

Papiers chlorurés. Papiers bromurés. Fabrication. Tirage et développement.
Virages. Formules diverses.

Par M. E. TRUTAT.

Un volume in-18 jésus; 1896..... 2 fr.

LA PHOTOTYPOGRAVURE A DEMI-TEINTES.

Manuel pratique des procédés de demi-teintes, sur zinc et sur cuivre;

Par M. Julius VERFASSER.

Traduit de l'anglais par M. E. COUSIN, Secrétaire-agent de la Société
française de Photographie.

In-18 jésus, avec 56 figures et 3 planches; 1895..... 3 fr.

LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS.

Sélection photographique des couleurs primaires. Son application à l'exécution de clichés et de tirages propres à la production d'images polychromes à trois couleurs;

Par M. Léon VIDAL.

In-18 jésus, avec 10 figures et 5 planches en couleurs; 1897..... 2 fr. 75 c.

TRAITÉ PRATIQUE DE PHOTOLITHOGRAPHIE.

Photolithographie directe et par voie de transfert. Photozincographie. Photocollographie. Autographie. Photographie sur bois et sur métal à graver.
Tours de main et formules diverses;

Par M. Léon VIDAL,

Officier de l'Instruction publique, Professeur à l'École nationale des Arts décoratifs.

In-18 jésus, avec 25 fig., 2 planches et spécimens de papiers autographiques;
1893..... 6 fr. 50 c.

MANUEL PRATIQUE D'ORTHOCHROMATISME.

Par M. Léon VIDAL.

In-18 jésus, avec figures et 2 planches, dont une en photocollographie et un spectre en couleur; 1891..... 2 fr. 75 c.

NOUVEAU GUIDE PRATIQUE DU PHOTOGRAPHE AMATEUR.

Par M. G. VIEUILLE.

3^e édition, refondue et beaucoup augmentée. In-18 jésus, avec figures;
1892..... 2 fr. 75 c.

5514 B. — Paris, Imp. Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Gr.-Augustins.

MASSON & C^{ie}, Éditeurs

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain, Paris

P. n^o 34.

EXTRAIT DU CATALOGUE

(Décembre 1896)

VIENT DE PARAÎTRE

Traité des

Maladies de l'Enfance

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

J. GRANCHER

Professeur à la Faculté de médecine de Paris,

Membre de l'Académie de médecine, médecin de l'hôpital des Enfants-Malades.

J. COMBY

Médecin

de l'hôpital des Enfants-Malades.

A.-B. MARFAN

Agrégé,

Médecin des hôpitaux.

3 volumes grand in-8 en souscription 90 fr.

L'ouvrage dont nous commençons aujourd'hui la publication, et qui sera complet en 3 volumes in-8^o, vient fort heureusement combler une lacune: Si les manuels de médecine infantile ne manquaient pas, on souffrait de l'absence d'une œuvre de longue haleine embrassant, dans son ensemble, toute la pédiatrie. Cette œuvre, MM. Grancher, Comby et Marfan ont voulu l'entreprendre, encouragés qu'ils étaient par les collaborations précieuses qui s'offraient à eux, tant de la France que de l'étranger.

Les directeurs de cette publication ont pensé qu'on leur saurait gré d'avoir réuni, dans le même ouvrage, toutes les branches de la pathologie infantile: médecine, chirurgie, spécialités; d'autant plus qu'ils ont fait appel, pour la réalisation de ce plan nouveau, aux maîtres les plus renommés dans ces diverses branches de la pédiatrie. Le lecteur trouvera donc, dans cet ouvrage, des réponses à toutes les questions qui intéressent la pratique médico-chirurgicale des enfants.

Conçu dans cet esprit, exécuté avec une compétence dont le public médical sera juge, le nouveau *Traité des Maladies de l'Enfance* est appelé à rendre les plus grands services aux praticiens.

**(Voir ci-contre les conditions de publication et les divisions
de l'ouvrage.)**

Le Traité des Maladies de l'Enfance sera publié en cinq volumes qui paraîtront à des intervalles rapprochés. Chaque volume sera vendu séparément, et le prix en sera fixé selon l'étendue des matières.

Il est accepté des souscriptions au Traité des Maladies de l'Enfance à un prix à forfait quels que soient l'étendue et le prix de l'ouvrage complet. Ce prix est, quant à présent et jusqu'à la publication du tome II, fixé à 90 francs.

Les divisions de l'ouvrage ont été fixées comme suit :

TOME I (EN VENTE)

1 volume in-8° de xvi-816 pages. 18 fr.

Préface (GRANCHER). — Physiologie et hygiène de l'enfance (COMBY). — Considérations thérapeutiques sur les maladies de l'enfance. Table de posologie infantile (MARFAN). — Scarlatine (MOZARD). — Rougeole (COMBY). — Rubéole (BOULLOCHÉ). — Variole (COMBY). — Vaccine et vaccination (DAUCHEZ). — Varicelle (COMBY). — Oreillons (COMBY). — Coqueluche (COMBY). — Fièvre typhoïde (MARFAN). — Fièvre éphémère (COMBY). — Fièvre ganglionnaire (COMBY). — Grippe (GILLET). — Suetie miliaire (HONTANG). — Choléra asiatique (DUPLOQ). — Malaria (CONCETTI). — Fièvre jaune (COMBY). — Tétanos (RENAULT). — Rage (GILLET). — Erysipèle (RÉNON). — Infections septiques du fœtus, du nouveau-né et du nourrisson (FISCHL). — Rhumatisme articulaire et polyarthrites (MARFAN). — Diphtérie (SEVESTRE et LOUIS MARTIN). — Syphilis (GASTOU). — Tuberculose. Scrofule (AVIRAGNET).

TOME II

MALADIES GÉNÉRALES DE LA NUTRITION : arthritisme, obésité, migraine, asthme, diabète, anémie, chlorose, leucémie, pseudo-leucémie, purpura, scorbut infantile, rachitisme, athrepsie. — MALADIES DU TUBE DIGESTIF.

TOME III

ABDOMEN ET ANNEXES : ombilic, hernies, foie, rate, reins et organes génitaux. — MALADIES DE L'APPAREIL CIRCULATOIRE. — NEZ, LARYNX : thymus, glande thyroïde.

TOME IV

MALADIES DES BRONCHES, DU POUMON, DES PLÈVRES, DU MÉDIASTIN. — MALADIES DU SYSTÈME NERVEUX : méninges, cerveau, moelle, amyotrophies, névroses, paralysies, etc.

TOME V

APPAREIL LOCOMOTEUR : os, articulations, etc. — ORGANE DES SENS : yeux, oreilles. — MALADIES DE LA PEAU. — MALADIES DU FŒTUS.

Table des matières des cinq volumes.

VIENT DE PARAÎTRE

Manuel de Pathologie interne

Par **G. DIEULAFOY**

Professeur de clinique médicale de la Faculté de Médecine de Paris,
Médecin de l'Hôtel-Dieu, Membre de l'Académie de Médecine.

DIXIÈME ÉDITION REVUE ET AUGMENTÉE

4 volumes in-16 diamant, avec figures en noir et en couleurs,
cartonnés à l'anglaise, tranches rouges, 28 fr.

Par des additions et des refontes partielles, le Manuel de Pathologie interne publié d'abord en deux volumes, puis en trois, forme aujourd'hui quatre volumes. M. Dieulafoy a développé principalement, dans cette dixième édition, les chapitres consacrés à l'Appendicite, à la Diphtérie et à la Fièvre typhoïde. Pour la première fois le lecteur y trouvera quelques planches et figures en noir et en couleurs intercalées dans le texte et se rapportant aux sujets les plus nouveaux traités dans cette édition. Toutes ces figures ont été reproduites d'après les dessins du Dr Bonnier, qui avait déjà sur les mêmes sujets exécuté les schémas qui ont servi au cours du professeur Dieulafoy.

VIENT DE PARAÎTRE

Leçons de Pathogénie appliquée

(CLINIQUE MÉDICALE, HOTEL-DIEU 1895-1896)

Par **A. CHARRIN**

Professeur agrégé, Médecin des hôpitaux,
Directeur-adjoint au Laboratoire de pathologie générale.

1 volume in-8 de xvi-397 pages 6 fr.

Chargé, pendant l'année 1895-1896, du service comme de l'enseignement de la clinique médicale, M. Charrin a pensé que le moment était venu d'associer étroitement aux anciennes méthodes, aux procédés d'exploration légués par la tradition, les ressources de la médecine expérimentale. Les acquisitions de l'heure présente ne concernent pas uniquement l'animal; si on s'efforce d'arracher à son organisme quelques-uns de ses secrets, c'est dans le but, tout au moins l'espoir, de pouvoir tôt ou tard les transporter au lit du malade, afin de faire bénéficier la pathologie humaine de ces découvertes. Dans les vingt leçons contenues dans cet ouvrage, l'auteur a fait de son mieux pour mener de front l'enseignement clinique, l'examen des malades et les recherches expérimentales, la pratique et la théorie.

BIBLIOTHÈQUE D'HYGIÈNE THÉRAPEUTIQUE

L'Hygiène du Goutteux

PAR

A. PROUSTMembre de l'Académie de Médecine
Médecin de l'Hôtel-Dieu.**A. MATHIEU**Médecin des Hôpitaux
de Paris.

1 volume in-16, cartonné toile, tranches rouges (xxiv-340 pages). 4 fr.

La goutte n'est-elle pas, de toutes les maladies chroniques, une de celles dans lesquelles l'hygiène peut être appelée à jouer un rôle prépondérant? L'oubli des règles de la sobriété, le surmenage nerveux, l'hérédité en sont les principaux facteurs pathogéniques. N'est-il pas démontré qu'il appartient à l'hygiène plus qu'à la thérapeutique d'en enrayer l'action et d'en corriger les effets? — Obligés de se prononcer entre ces doctrines séculaires et des théories trop récentes pour que l'expérience ait pu justifier leurs prétentions révolutionnaires, les auteurs ont pris parti pour la tradition clinique; l'observation peut seule, en effet, donner une réelle sanction aux hypothèses pathogéniques et aux pratiques thérapeutiques qui en dérivent.

L'Hygiène des Asthmatiques

PAR

E. BRISSAUDProfesseur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris
Médecin de l'hôpital Saint-Antoine.

1 volume in-16, cartonné toile, tranches rouges (xxiv-214 pages). 4 fr.

L'asthme vrai est une pure névrose, comme l'avait soutenu Avicenne, et il ne sera ici question que de celui-là, attendu que l'hygiène thérapeutique de l'asthme n'ayant d'unité qu'autant qu'elle vise une condition morbide définie, ses lois ne sont pas applicables aux pseudo-asthmes accidentels, syndromes variables et disparates. En résumé. l'hygiène des asthmatiques consiste surtout en une sorte de discipline fonctionnelle que chacun de nous peut et doit s'imposer; elle emprunte bien moins à la thérapeutique qu'à ce régime de vie ponctuel et mesuré qui assure le maximum de sécurité à un organisme en souffrance. Dans le programme qu'elle se propose, la part de collaboration du malade l'emporte sur celle du médecin.

BIBLIOTHÈQUE D'HYGIÈNE THÉRAPEUTIQUE

VIENT DE PARAÎTRE

L'Hygiène de l'Obèse

PAR

A. PROUSTMembre de l'Académie de Médecine,
Médecin de l'Hôtel-Dieu.**A. MATHIEU**Médecin
de l'hôpital Andral.

1 volume in-16, cartonné toile, tranches rouges (xxiv-344 pages). 4 fr.

Des diverses maladies de la nutrition, l'obésité est certainement celle dont le traitement est le plus directement du ressort de l'hygiène. La médication ne vient qu'en seconde ligne : il ne suffit pas du reste de devenir maigre plus ou moins rapidement, il faut ne pas engraisser de nouveau et c'est encore à l'hygiène qu'il faut faire appel pour conserver les résultats acquis. — Après des considérations sommaires de pathologie et une étude plus étendue de l'étiologie et de la pathogénie, les auteurs exposent dans tous leurs détails les plus importantes des méthodes hygiéniques conseillées pour le traitement de l'obésité; ils donnent le tableau complet des tentatives faites et des systèmes encore en présence actuellement. MM. Proust et Mathieu donnent ensuite le traitement hygiénique de l'obésité; contrairement à Pfeiffer, ils conseillent la méthode lente et progressive, appropriée à la taille, à l'âge, au tempérament et au sexe. Le volume se termine par un exposé du traitement médicamenteux et thermal de l'obésité, et étudie surtout la médecine thyroïdienne, la dernière venue et la plus intéressante.

VIENT DE PARAÎTRE

L'Hygiène du Syphilitique

PAR

H. BOURGESAncien interne des hôpitaux et de la clinique dermatologique de la Faculté,
Préparateur du Laboratoire d'hygiène à la Faculté de Médecine.

1 volume in-16, cartonné toile, tranches rouges (xxiv-294 pages). 4 fr.

L'hygiène considère à juste titre la syphilis comme un danger public contre lequel il faut toujours se tenir en garde, et elle s'efforce d'y parer par l'application d'importantes mesures de police sanitaire et de prophylaxie générale. Partant de cette idée que l'ignorance du danger syphilitique, des formes sous lesquelles il se présente et des moyens de l'éviter, est un des principaux facteurs de dissémination de la maladie, le professeur Proust a pensé qu'il y aurait quelque utilité à publier un livre dans lequel ces notions seraient mises à la portée de tous, dans un exposé simple et bref, dépouillé de termes techniques. — Ce traité est divisé en trois parties. Dans la première, sont examinées les conditions de propagation et les modes de transmission de la syphilis; la seconde est consacrée à la prophylaxie et à l'hygiène du syphilitique; enfin sont indiquées brièvement, dans la troisième, les mesures de police sanitaire qui sont actuellement opposées à l'envahissement de la syphilis.

BIBLIOTHÈQUE D'HYGIÈNE THÉRAPEUTIQUE

Hygiène

et

Thérapeutique thermales

PAR

G. DELFAU

Ancien interne des Hôpitaux de Paris.

1 volume in-16, cartonné toile, tranches rouges (xxiv-456 pages). 4 fr.

Ce serait une conception bien étroite et bien incomplète de ne voir dans une cure thermale que l'action de l'eau minérale elle-même : le climat, l'altitude, l'exposition de la localité, l'abandon momentané des affaires, des plaisirs ordinaires, du régime habituel, la vie au grand air, l'exercice, sans parler des agents annexes du traitement proprement dit, tels sont les principaux éléments adjuvants dont on sait de plus en plus apprécier l'action puissante, profonde et durable. A elles seules, ces quelques considérations suffisent pour rappeler que la cure thermale ressortit à la fois à la thérapeutique proprement dite et à l'hygiène, et encore plus à cette dernière telle qu'on tend de plus en plus à l'envisager aujourd'hui.

Le volume de M. Delfau est un véritable dictionnaire des Eaux minérales connues : il contient en effet des renseignements sur 358 stations de France et de l'Etranger, et, pour chacune, il donne des indications sur les voies d'accès, la situation, l'aspect général, l'altitude, le climat, la saison, les ressources, les établissements thermaux, les sources, leur débit, leur température, leurs particularités physiques, leurs modes d'emploi, leurs applications thérapeutiques, leur analyse et leur composition chimique. Indispensable aux médecins, pharmaciens et chimistes, ce livre sera consulté avec fruit par toutes les personnes qui fréquentent les villes d'eaux.

VOLUMES A PARAÎTRE ULTÉRIEUREMENT :

L'Hygiène du Neurasthénique (P^r PROUST et D^r BALLET).

L'Hygiène des Dyspeptiques (D^r LIHOSSIER).

L'Hygiène du Tuberculeux (D^r DAREMBERG).

L'Hygiène des Albuminuriques (D^r SPRINGER).

L'Hygiène du Diabétique (P^r PROUST et D^r MATHIEU).

Hygiène thérapeutique des maladies de la peau (D^r BROCCQ).

Précis d'Histologie

PAR

MATHIAS DUVAL

Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine de Paris.

OUVRAGE ACCOMPAGNÉ DE 408 FIGURES DANS LE TEXTE

1 volume in-8 de xxxii-956 pages. 18 fr.

Il n'est personne, dans le public et le personnel de nos Facultés, qui ne connaisse le succès de l'enseignement du professeur Mathias Duval dans sa chaire d'histologie. Il a su faire aimer une science qui, bien que relativement récente, n'avait pas encore trouvé, auprès de la foule des étudiants, toute la faveur qu'elle mérite, comme étude fondamentale non seulement pour la médecine mais encore pour la biologie animale.

Depuis longtemps sollicité par ses élèves de leur donner en un volume la substance de ses cours, le Professeur s'est enfin décidé à publier ce *Précis d'Histologie*, qu'il a rédigé après avoir mûri son enseignement par de nombreuses conférences comme agrégé, puis par plus de dix ans de professorat dans la chaire magistrale qu'il occupe aujourd'hui.

On retrouve dans ce volume les qualités qui ont fait le succès de son enseignement : clarté et précision dans l'exposé des faits ; haute portée philosophique dans les vues générales ; soin extrême de suivre les progrès de la science, mais en n'acceptant les faits nouveaux qu'à la lumière d'une sévère critique. Ce volume arrive dans un bon moment, alors que les notions d'histologie, devenues si précises par les innombrables découvertes dues au perfectionnement de la technique, découvertes parmi lesquelles il faut citer en première ligne celle de Ranvier, ont pu être reliées entre elles et acquérir toute leur signification par les progrès de l'embryologie et de l'histogénèse.

Des nombreuses figures qui illustrent ce volume, les unes sont empruntées aux maîtres les plus autorisés, les autres, nouvelles, originales, sont pour la plupart des dessins schématiques reproduisant les dessins que M. Mathias Duval a composés pour son enseignement. L'auteur les a dessinés lui-même, et cela ne sera pas un des moindres mérites de cette œuvre magistrale.

*Traité de***Pathologie générale**

PUBLIÉ PAR

Ch. BOUCHARD

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE PATHOLOGIE GÉNÉRALE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION :

G.-H. ROGER

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Médecin des hôpitaux.

CONDITIONS DE LA PUBLICATION :

Le Traité de Pathologie générale sera publié en 6 volumes grand in-8°. Chaque volume comprendra environ 900 pages, avec nombreuses figures dans le texte. Les tomes I et II sont en vente. Les autres volumes seront publiés successivement et à des intervalles rapprochés.

Prix de la Souscription, 1^{er} décembre 1896 102 fr.

DIVISIONS DU TOME I

1 vol. grand in-8° de 1018 pages avec figures dans le texte. 18 fr.

- H. ROGER. — Introduction à l'étude de la pathologie générale.
 H. ROGER et P.-J. CADIOT. Pathol. comparée de l'homme et des animaux.
 P. VUILLEMIN. Considérations générales sur les maladies des végétaux.
 MATHIAS DUVAL. — Pathogénie générale de l'embryon. Tératogénie.
 LE GENDRE. — L'hérédité et la pathologie générale.
 BOURCY. — Prédilection et immunité.
 MARFAN. — La fatigue et le surmenage.
 LEJARS. — Les Agents mécaniques.
 LE NOIR. — Les Agents physiques. Chaleur. Froid. Lumière. Pression atmosphérique. Son.
 D'ARSONVAL. — Les Agents physiques. L'énergie électrique et la matière vivante.
 LE NOIR. — Les Agents chimiques : les caustiques.
 H. ROGER. — Les intoxications.

DIVISIONS DU TOME II

1 vol. grand in-8° de 932 pages avec figures dans le texte. . . 18 fr.

- CHARRIN. — L'infection.
 GUIGNARD. — Notions générales de morphologie bactériologique.
 HUGOUNENQ. — Notions de chimie bactériologique.
 CHANTEMESE. — Le sol, l'eau et l'air agents de transmission des maladies infectieuses.
 GABRIEL ROUX. — Les microbes pathogènes.
 LAVERAN. — Des maladies épidémiques.
 RUFFER. — Sur les parasites des tumeurs épithéliales malignes.
 R. BLANCHARD. — Les parasites.

Leçons de Thérapeutique

PAR LE

D^r Georges HAYEM

Membre de l'Académie de médecine,
Professeur à la Faculté de médecine de Paris

LES MÉDICATIONS : 4 volumes grand in-8° ainsi divisés :

1^{re} Série. — Les médications. — Médication désinfectante. — Médication sthénique. — Médication antipyrétique. — Médication antiphlogistique. 8 fr.

2^e Série. — De l'action médicamenteuse. — Médication antihydropique. — Médication hémostatique. — Médication reconstituante. — Médication de l'anémie. — Médication du diabète sucré. — Médication de l'obésité. — Médication de la douleur. . . . 8 fr.

3^e Série. — Médication de la douleur (suite). — Médication hypnotique. —

Médication stupéfiante. — Médication antispasmodique. — Médication excitatrice de la sensibilité. — Médication hypercinétique. — Médication de la kinésitaraxie cardiaque. — Médication de l'asystolie. — Médication de l'ataxie et de la neurasthénie cardiaque. 8 fr.

4^e Série. — Médication antidyspeptique. — Médication antidyspnéique. — Médication de la toux. — Médication expectorante. — Médication de l'albuminurie. — Médication de l'urémie. — Médication antisudorale. . . . 12 fr.

LES AGENTS PHYSIQUES ET NATURELS :

Agents thermiques. — Électricité. — Modifications de la pression atmosphérique. Climats et eaux minérales.

1 volume grand in-8° avec nombreuses figures et 1 carte des eaux minérales et stations climatiques. 12 fr.

VIENT DE PARAÎTRE

Traité élémentaire

de Clinique thérapeutique

Par le **D^r G. LYON**

Ancien interne des hôpitaux de Paris
Ancien chef de clinique à la Faculté de médecine

DEUXIÈME ÉDITION, REVUE, AUGMENTÉE

1 volume in-8° de 1154 pages 15 fr.

Profitant du réel succès obtenu par cet ouvrage dont la première édition avait été épuisée en moins de deux années, l'auteur a refondu complètement certains chapitres de son livre (celui des dyspepsies chimiques par exemple) et l'a en outre augmenté d'un certain nombre de chapitres nouveaux, tels que ceux relatifs à la diphtérie, à l'entéralgie, à la péritonite tuberculeuse, à l'albuminurie, à l'actinomycose, aux empoisonnements, etc., etc. Les praticiens seront heureux de trouver dans cette seconde édition un important *appendice contenant la liste des médicaments les plus usuels avec l'indication de leur mode d'emploi et de leur dosage.*

Essai de

Paléontologie philosophique

Ouvrage faisant suite
aux « *Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques* »

PAR

ALBERT GAUDRY

de l'Institut de France et de la Société royale de Londres
Professeur de paléontologie au Muséum d'histoire naturelle

1 volume in-8° avec 204 gravures dans le texte. 8 fr.

Nous n'avons pas à rappeler ici les beaux travaux de Paléontologie du professeur Albert Gaudry. Les *Enchaînements* ont marqué dans la science une date et contribué à donner aux travaux d'histoire naturelle une direction qui en a affirmé la portée philosophique.

L'ouvrage que nous annonçons aujourd'hui est le résumé de longues années de recherches. M. Gaudry y a tracé en quelques pages l'histoire de l'évolution de la formation des êtres : c'est l'œuvre d'un penseur en même temps que celle d'un savant éminent. Le philosophe comme l'homme de science y trouvera matière à de précieux enseignements.

Leçons de

Géographie physique

Par **Albert de LAPPARENT**

Professeur à l'Ecole libre de Hautes-Etudes
Ancien Président de la Commission centrale de la Société de Géographie

1 volume in-8° contenant 117 figures dans le texte
et une planche en couleurs. . . 12 fr.

Dans les derniers jours de 1895, lors de la discussion du budget devant le Sénat, M. Bardoux appelait l'attention du Ministre de l'Instruction publique sur la situation actuelle de l'enseignement de la Géographie physique. L'honorable sénateur constatait, sans être contredit par personne, qu'il n'y avait aujourd'hui en France qu'un seul cours complet sur la matière, celui que professait M. de Lapparent à l'Ecole libre de Hautes-Etudes.

C'est ce cours que nous venons offrir au public. Après plusieurs années d'essais, l'auteur croit avoir réussi à unir en un véritable corps de doctrines ces intéressantes considérations, relatives à la genèse des formes géographiques, dont on peut dire qu'il a été en France le plus persévérant initiateur.

Traité de Zoologie

PAR

Edmond PERRIER

Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

VIENT DE PARAÎTRE

FASCICULE IV

VERS ET MOLLUSQUES

1 volume grand in-8 de 792 pages, avec 566 figures. . . 16 fr.

Un traité embrassant l'ensemble de la science zoologique faisait défaut en France. Grâce à M. Edmond Perrier, cette lacune regrettable est désormais comblée. Son traité de zoologie est bien, en effet, le livre convenant par excellence à qui veut acquérir des notions complètes et générales sur l'ensemble des êtres vivants dont il étudie non seulement le groupement, mais encore l'organisation et les fonctions. L'étude de la zoologie ne saurait se séparer de l'anatomie comparée, de la physiologie et de l'embryologie. M. Perrier, avec une science magistrale, a réussi à condenser dans son œuvre tous les éléments propres à faciliter les efforts des chercheurs, de jour en jour plus nombreux, que vient à passionner la science de la vie.

Le fascicule que vient de paraître, commence la deuxième partie de l'ouvrage qui sera complété par un cinquième fascicule (*Tuniciens, Vertébrés*). Il contient une table provisoire : le titre et la table complète de la deuxième partie seront donnés avec le fascicule V.

Ont déjà paru :

FASCICULE I : Zoologie générale, 412 pages, 458 figures 12 fr.

FASCICULE II : Protozoaires et Phytozoaires, 452 pages, 243 figures. 10 fr.

FASCICULE III : Arthropodes, 480 pages, 278 figures 8 fr.

Ces trois fascicules réunis forment la première partie.
1 volume in-8 de 1344 pages, avec 980 figures. 30 fr.

VIENT DE PARAÎTRE

Éléments de Commerce et de Comptabilité

Par **Gabriel FAURE**Professeur à l'École des Hautes-Études commerciales et à l'École commerciale,
Expert-comptable au Tribunal de la Seine.

1 volume petit in-8 de 460 pages, cartonné à l'anglaise. 4 fr.

Exposer avec méthode les questions qui forment la base de tout enseignement commercial, tel est le but de l'auteur. Ce volume renferme le développement complet du programme suivi à l'École des Hautes-Études commerciales en première année. La méthode de M. Faure consiste à faire appel au jugement des élèves plus encore qu'à leur mémoire. Il a cherché à éviter le double écueil d'égarer le débutant dans une foule de détails et de cas particuliers et de laisser subsister, dans l'étude des principes généraux une obscurité qui rebute le lecteur. Ce livre est divisé en trois parties : 1^o les principales opérations commerciales; 2^o les calculs auxquels ces opérations donnent lieu; 3^o la science qui nous enseigne à les enregistrer. Ce résumé substantiel, présentant l'ensemble des progrès accomplis à l'heure actuelle, s'adresse aussi bien à la jeunesse des écoles spéciales qu'aux personnes désireuses d'acquérir les notions les plus essentielles sur le commerce et la comptabilité.

VIENT DE PARAÎTRE

Cours d'Algèbre

à l'usage des classes
de mathématiques élémentaires,
de l'enseignement secondaire
moderne,

des candidats à l'École de Saint-Cyr et au professorat des Écoles normales,

Par **Henri NEVEU**

Agrégé de l'Université, Professeur de mathématiques à l'École Lavoisier.

DEUXIÈME ÉDITION CONFORME AUX DERNIERS PROGRAMMES

1 volume in-8 avec figures dans le texte. 8 fr.

Ce cours d'algèbre est le même que l'auteur professe dans ses classes d'élémentaires; M. Neveu s'est efforcé de suivre un ordre méthodique et a cherché, en débarrassant certaines questions de ce qu'elles ont d'aride, à mettre le plus de clarté possible dans les démonstrations, tout en maintenant leur rigueur mathématique. Les élèves trouveront à la suite de toutes les théories de nombreux exercices résolus, corrigeant ainsi leur sécheresse et les mettant à même de résoudre toutes les questions qui peuvent leur être proposées aux examens. La deuxième édition que nous publions aujourd'hui est conforme aux nouveaux programmes. La théorie des nombres négatifs est traitée dès le début du cours, et les premiers chapitres ont été modifiés dans ce sens. Les candidats à l'École de Saint-Cyr trouveront dans les leçons complémentaires les questions relatives aux dérivées qui, depuis la première édition, ont été ajoutées aux programmes.

ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

DERNIERS VOLUMES PARUS :

- Histoire de la compensation en droit Romain**, par C. APPLETON, professeur à la Faculté de Lyon. 1 vol. in-8°. 7 fr. 50
- Sur la représentation des courbes algébriques**, par LÉON AUTONNE, ingénieur des ponts et chaussées, maître de conférences à la Faculté de Lyon. 1 vol. in-8°. 3 fr.
- La République des Provinces-Unies, la France et les Pays-Bas espagnols, de 1630 à 1650**, par A. WADDINGTON, professeur adjoint à la Faculté des lettres de Lyon. Tome I (1630-1642). 1 vol. in-8°. 6 fr.
- Phonétique historique et comparée du sanscrit et du zend**, par PAUL REGNAUD, professeur de sanscrit et de grammaire comparée à la Faculté des lettres de Lyon. 1 vol. in-8°. 5 fr.
- Recherches sur quelques dérivés surchlorés du phénol et du benzène**, par ÉTIENNE BARRAL, chargé des fonctions d'agrégé à la Faculté de Lyon, pharmacien de 1^{re} classe. 1 vol. in-8°. 5 fr.
- Saint Ambroise et la morale chrétienne au IV^e siècle**, par RAYMOND THAMIN, professeur de philosophie au lycée Condorcet. 1 vol. in-8°. 7 fr. 50
- Étude sur le Bilharzia hæmatobia et la Bilharziose**, par M. LORTET, doyen de la Faculté de médecine de Lyon, et VIALLETON, professeur à la Faculté de médecine de Lyon. 1 vol. in-8° avec planches et figures dans le texte. 10 fr.
- La Jeunesse de William Wordsworth (1770-1798). Étude sur le « Prélude »**, par EMILE LEGOUIS, maître de conférences à la Faculté des lettres de Lyon. 1 vol. in-8°. 7 fr. 50
- La Botanique à Lyon avant la Révolution et l'histoire du Jardin botanique municipal de cette ville**, par M. GÉRARD, professeur à la Faculté des sciences de Lyon. 1 vol. in-8° avec figures dans le texte. 3 fr. 50
- L'Évolution d'un Mythe. Açvins et Dioscures**, par CH. RENEL, docteur ès lettres.
- Physiologie comparée de la Marmotte**, par RAPHAEL DUBOIS, professeur de physiologie générale et comparée à l'Université de Lyon. 1 vol. in-8° avec 119 figures dans le texte et 125 planches hors texte. 15 fr.
- Résultats scientifiques de la campagne du Caudan dans le golfe de Gascogne (août-septembre 1895)**, par R. KÖHLER, professeur de zoologie à la Faculté des sciences de Lyon. Fascicule I et II, in-8° avec planches; chaque fascicule. 6 fr.
- Études sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale**, par H. DOUXAMI, docteur ès sciences, agrégé de l'Université de Lyon. 1 vol. in-8° avec figures. 6 fr.
- Recherches physiologiques sur l'appareil respiratoire des oiseaux**, par J.-M. SOUM, docteur ès sciences naturelles. 1 vol. in-8° avec 40 figures dans le texte; 3 fr. 50

VIENT DE PARAÎTRE

Chimie

des Matières colorantes

PAR

A. SEYEWETZ

Chef des travaux
à l'École de chimie industrielle de Lyon

P. SISLEY

Chimiste - Coloriste

Les auteurs, dans cette importante publication, se sont proposé de réunir sous la forme la plus rationnelle et la plus condensée tous les éléments pouvant contribuer à l'enseignement de la chimie des matières colorantes, qui a pris aujourd'hui une extension si considérable.

Cet ouvrage est, par le plan sur lequel il est conçu, d'une utilité incontestable non seulement aux chimistes se destinant soit à la fabrication des matières colorantes, soit à la teinture, mais à tous ceux qui sont désireux de se tenir au courant de ces remarquables industries.

Conditions de la publication. — La Chimie des Matières colorantes artificielles est publiée en cinq fascicules de deux mois en deux mois. On peut souscrire à l'ouvrage complet au prix de 25 fr., payables en recevant le premier fascicule. A partir de la publication du cinquième fascicule, ce prix sera porté à 30 fr.

Premier fascicule. — *Considérations générales. Matières colorantes nitrées. Matières colorantes azoxyques. Matières colorantes azoïques (1^{re} partie), 152 pages. 6 fr.*

Deuxième fascicule. — *Matières colorantes azoïques (2^e partie). Matières colorantes hydrazoniques. Matières colorantes nitrosées et quinones oximes. Oxiquinomes (couleurs dérivées de l'anthracène). Pages 153 à 336. 6 fr.*

Troisième fascicule. — *Matières colorantes dérivées du Di et du Triphénylméthane. a) Dérivés du Diphénylméthane. b) Dérivés de la Rosaniline. c) Dérivés de l'Acide Rosolique. d) Rosamines et Benzoines. e) Phtaléines, pages 336 à 472 6 fr.*

Traité

des

Matières colorantes

ORGANIQUES ET ARTIFICIELLES

de leur préparation industrielle et de leurs applications

PAR

Léon LEFÈVRE

Ingénieur (E. I. R.), Préparateur de chimie à l'École Polytechnique.

Préface de E. GRIMAUX, membre de l'Institut.

2 volumes grand in-8° comprenant ensemble 1650 pages, reliés toile anglaise, avec 31 gravures dans le texte et 261 échantillons.

Prix des deux volumes : 90 francs.

Le *Traité des matières colorantes* s'adresse à la fois au monde scientifique par l'étude des travaux réalisés dans cette branche si compliquée de la chimie, et au public industriel par l'exposé des méthodes rationnelles d'emploi des colorants nouveaux.

L'auteur a réuni dans des tableaux qui permettent de trouver facilement une couleur quelconque, toutes les couleurs indiquées dans les mémoires et dans les brevets. La partie technique contient, avec l'indication des brevets, les procédés employés pour la fabrication des couleurs, la description et la figure des appareils, ainsi que la description des procédés rationnels d'application des couleurs les plus récentes. Cette partie importante de l'ouvrage est illustrée par un grand nombre d'échantillons teints ou imprimés. Les échantillons, tous fabriqués spécialement pour l'ouvrage, sont sur soie, sur cuir, sur laine, sur coton et sur papier. Dans cette partie technique, l'auteur a été aidé par les plus éminents praticiens.

Un spécimen de 8 pages, contenant deux pages de tableaux (couleurs azoïques), six types d'échantillons, deux pages de texte et un extrait de la table alphabétique, est à la disposition de toute personne qui en fait la demande.

VIENT DE PARAÎTRE

PASTEUR

Histoire d'un Esprit

Par **E. DUCLAUX**

Membre de l'Institut de France, Professeur à la Sorbonne.
Directeur de l'Institut Pasteur.

1 volume in-8 de 400 pages avec 22 figures 5 fr.

EXTRAIT DE LA PRÉFACE DE L'AUTEUR

... C'est moins pour faire un panégyrique que pour en tirer un enseignement que j'ai essayé d'écrire son histoire, dans laquelle je laisse de côté tout ce qui est relatif à l'homme pour ne parler que du savant. J'ai voulu, dans l'ensemble comme dans le détail, faire la genèse de ses découvertes, estimant qu'il n'avait rien à perdre de cette analyse, et que nous avons beaucoup à gagner.

VIENT DE PARAÎTRE

Loi des Équivalents

et Théorie nouvelle de la Chimie

Par **Gustave MARQFOY**

1 volume in-8 de xxxii-712 pages. 7 fr. 50

En considérant les divers éléments du monde physique, l'auteur a été naturellement amené à étudier la matière. Comme synthèse de cette étude, il a acquis la conviction que la matière est une. En faisant, dès lors, sur la loi de la formation des corps, la seule hypothèse qui lui ait paru simple et rationnelle, il a découvert la loi naturelle qui enchaîne les équivalents de la chimie dans une formule arithmétique. Après avoir exposé la loi suivant laquelle tous les corps ont été formés, M. Marqfoy établit la théorie constitutive des corps, basée sur l'hypothèse que la matière est une. La concordance des formules et des lois trouvées par cette théorie avec les expériences de la physique et de la chimie confirment la vérité de l'hypothèse.

Paris. — L. MARRIÈUX, imprimeur, 1, rue Cassette. — 9091.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

DIRIGÉE PAR M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

Collection de 250 volumes petit in-8 (30 à 40 volumes publiés par an)

CHAQUE VOLUME SE VEND SÉPARÉMENT : BROCHÉ, 2 FR. 50; CARTONNÉ, 3 FR.

Ouvrages parus

Section de l'Ingénieur

- R. V. PICOU. — Distribution de l'électricité (2 vol.).
A. GOUILLY. — Air comprimé ou raréfié.
DUQUESNAY. — Résistance des matériaux.
DWELSHAUVERS-DERY. — Étude expérimentale calorimétrique de la machine à vapeur.
A. MADAMET. — Tiroirs et distributeurs de vapeur.
M. DE LA SOURCE. — Analyse des vins.
ALHEILIG. — Travail des bois.
AINÉ WITZ. — Thermodynamique
LINDET. — La bière.
TH. SCHLÆSING fils. — Chimie agricole.
SAUVAGE. — Moteurs à vapeur.
LE CHATELIER. — Le grison.
MADAMET. — Détente variable de la vapeur. Dispositifs qui la produisent.
DUDEBOUT. — Appareils d'essai des moteurs à vapeur.
CRONEAU. — Canon, torpilles et cuirasse.
H. GAUTIER. — Essais d'or et d'argent.
ALHEILIG — Corderie.
DE LAUNAY. — I. Les gîtes métallifères. — II. Production métallifère.
BERTIN. — État de la marine de guerre.
FERDINAND JEAN. — L'industrie des peaux et des cuirs.
BERTHELOT. — Traité pratique de calorimétrie chimique.
DE VIARIS. — L'art de chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes.
MADAMET. — Epures de régulation.
GUILLAUME. — Unités et étalons.
WIDMANN. — Principes de la machine à vapeur.
MINEL (P.). — Électricité industrielle. (2 vol.).
LAVERGNE (Gérard). — Turbines.
HÉBERT. — Boissons falsifiées.
NAUDIN. — Fabrication des vernis.
SINIGAGLIA. — Accidents de chaudières.
H. LAURENT. — Théorie des jeux.
GUENEZ. — Décoration de la porcelaine au feu de moufle.
VERMAND. — Moteurs à gaz et à pétrole.
MEYER (Ernest). — L'utilité publique et la propriété privée.
WALLON. — Objectifs photographiques.
BLOCH. — Eau sous pression.

Section du Biologiste

- FAISANS. — Maladies des organes respiratoires.
MAGNAN et SÉRIEUX. — Le délire chronique à évolution systématique.
AUVARD. — Séméiologie génitale.
G. WEISS. — Electrophysiologie.
BAZY. — Maladies des voies urinaires. (2 vol.).
WURTZ. — Technique bactériologique
TROUSSNAU. — Hygiène de l'œil.
FÉRÉ. — Epilepsie.
LAVERAN. — Paludisme.
POLIN et LABIT. — Examen des aliments suspects.
BERGONIE. — Physique du physiologiste et de l'étudiant en médecine
Actions moléculaires, Acoustique, Electricité.
AUVARD. — Menstruation et fécondation.
MÉGNIN. — Les acariens parasites.
DEMELIN. — Anatomie obstétricale.
CUENOT. — Les moyens de défense dans la série animale.
A. OLIVIER. — L'accouchement normal.
BERGÉ. — Guide de l'étudiant à l'hôpital.
CHARIN. — I. Les poisons de l'urine. — II. Poisons du tube digestif.
ROGER. — Physiologie normale et pathologique du foie.
BROcq et JACQUET. — Précis élémentaire de dermatologie. — I. Pathologie générale cutanée. — II. Maladies en particulier. — III. Dermatoses microbiennes et néoplasies. — IV. Dermatoses inflammatoires. — V. Dermato-neuroses et Formulaire.
HANOT. — De l'endocardite aiguë.
WEILL-MANTOU. — Guide du médecin d'assurances sur la vie.
LANGLOIS. — Le lait.
DE BRUN. — Maladies des pays chauds. (2 vol.).
BROCA. — Le traitement des ostéo-arthrites tuberculeuses des membres chez l'enfant.
DU CAZAL ET CATRIN. — Médecine légale militaire.
LAPERSONNE (DE). — Maladies des paupières et des méaranes externes de l'œil.
KÖHLER. — Application de la photographie aux Sciences naturelles.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

Ouvrages parus

Section de l'Ingénieur

CRONEAU. — Construction du navire.
DE MARCHENA. — Machines frigorifiques (2 vol.).
PRUD'HOMME. — Teinture et impressions.
ALHEILIG. — Construction et résistance des machines à vapeur.
SOREL. — La rectification de l'alcool.
P. MINEL. — Electricité appliquée à la marine.
DWELSHAUVERS-DERY. — Étude expérimentale dynamique de la machine à vapeur.
AINÉ WITZ. — Les moteurs thermiques.
DE BILLY. — Fabrication de la fonte.
P. MINEL. — Régularisation des moteurs des machines électriques.
HENNEBERT (C^l). — I. La fortification. — II. Les torpilles sèches. — III. Bouches à feu. — IV. Attaque des places.
CASPARI. — Chronomètres de marine.
LOUIS JACQUET. — La fabrication des eaux-de-vie.
DUDEBOUT et CRONEAU. — Appareils accessoires des chaudières à vapeur.
C. BOURLET. — Bicycles et bicyclettes.
H. LÉAUTÉ et A. BÉRARD. — Transmissions par câbles métalliques.
DE LA BAUME PLOUVINEL. — La théorie des procédés photographiques.
HATT. — Les marées.
H. LAURENT. — I. Théorie des jeux de hasard. — II. Assurances sur la vie.
C^t VALLIER. — Balistique (2 vol.).
SOREL. — La distillation.
LELOUTRE. — Le fonctionnement des machines à vapeur.
DARIÈS. — Cubature des terrasses et mouvement des terres.
SIDERSKY. — Polarisation et saccharimétrie.
NIEWENGLOWSKI. — Applications scientifiques de la photographie.
ROCQUES (X.). — Analyse des alcools et eaux-de-vie.
MOESSARD. — Topographie.
GOUILLY. — Géométrie descriptive (3 v.).
BOURSAULT. — Calcul du temps de pose en photographie.
SEGUELA. — Les tramways.
LEFÈVRE (J.). — I. La Spectroscopie — II. La Spectrométrie.
BARILLOT (E.). — Distillation des bois.
LE VERMIER. — La fonderie.
MOISSAN et OUVRARD. — Le nickel.

Section du Biologiste

BEAUREGARD. — Le microscope et ses applications.
LESAGRÉ. — Le choléra.
LANNELONGUE. — La tuberculose chirurgicale.
CORNEVIN. — Production du lait.
J. CHATIN. — Anatomie comparée (4 v.).
CASTEX. — Hygiène de la voix parlée et chantée.
MAGNAN ET SÉRIEUX. — La paralysie générale.
GUENOT. — L'influence du milieu sur les animaux.
MERKLEN. — Maladies du cœur.
G. ROCHÉ. — Les grandes pêches maritimes modernes de la France.
OLLIER. — La régénération des os et les résections sous-périostées.
LETULLE. — Pus et suppuration.
CRITZMAN. — Le cancer.
ARMAND GAUTIER. — La chimie de la cellule vivante.
MÉGNIN. — La fausse des cadavres.
SÉGLAS. — Le délire des négations.
STANISLAS MEUNIER. — Les météorites.
GREHANT. — Les gaz du sang.
NOCARD. — Les tuberculoses animales et la tuberculose humaine.
MOUSSOUS. — Maladies congénitales du cœur.
BERTHAULT. — Les prairies (9 vol.).
ÉTARD. — Les nouvelles théories chimiques.
TROUËSSART. — Parasites des habitations humaines.
LAMY. — Syphilis des centres nerveux.
RECLUS. — La cocaine en chirurgie.
THOULET. — Océanographie pratique.
OLLIER. — Résections des grandes articulations.
HOUDAILLE. — Météorologie agricole.
VICTOR MEUNIER. — Sélection et perfectionnement animal.
HÉNOQUE. — Spectroscopie du sang.
GAUPIPE ET BARRÉ. — Le pain (2 v.).
LE DANTEC. — La matière vivante.
L'HÔTE. — Analyse des engrais.
LARBALÉTRIER. — Les tou-teaux.
LE DANTEC ET BÉRARD. — Les sporozoaires.
DEMLER. — Soins à donner aux malades.
DALLEMAGNE. — Les stigmates de la criminalité (2 vol.).
BRAULT. — Des artérites.
RAVAZ. — Reconnaissance du vignoble.
DALLEMAGNE. — Les théories de la criminalité.
EHLERS. — L'Ergotisme.