

BIBLIOTHÈQUE DES ACTUALITÉS INDUSTRIELLES N° 30

MUSÉE  
INDUSTRIEL  
DE  
LILLE  
1911

DISTILLERIE AGRICOLE

Fabrication  
des Alcools

PAR

Gaston CANU  
Ingénieur Agronome

ET

Edouard ROBINET  
Chimiste œnologue

Paris

Librairie Bernard TIGNOL

PUBLICATIONS DE L'ECOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES

53<sup>bis</sup>, Quai des Grands-Augustins

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1



H

BMIC 90



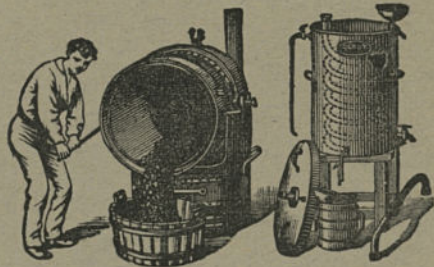
Exp<sup>o</sup> Univ<sup>l</sup>e Paris 1900 : HORS CONCOURS. MEMBRE du JURY

# ALAMBICS DEROY

FIXES OU BASCULANTS

Produisant de l'eau-de-vie supérieure avec ou sans repasse et employés pour distiller les Vins, les Cidres, les Poirés, les Piquettes, les Mares de raisin, de Pommes, de Poires, de Fruits divers, les Lies et les Moûts de toutes natures, ainsi que les Fleurs, Graines et Plantes aromatiques.

10.000 Appareils vendus après essais



NOUVEAUX TYPES D'APPAREILS  
à Distiller et à Rectifier  
*défiant toutes les imitations*

Parfait fonctionnement absolument garanti

PETITS ALAMBICS pour AMATEURS

MATÉRIEL de LABORATOIRES

APPAREILS A ACÉTYLÈNE

**DEROY FILS AINÉ** \* O X M. A.

Constructeur. 71, 73, 75, 77, Rue du Théâtre. PARIS

GUIDE PRATIQUE du bouilleur et du distillateur et *Tarif franco*

## MANUEL GÉNÉRAL DES VINS

(Nouvelle édition revue et corrigée)

Trois beaux volumes in-16, de 1.366 pages et 136 figures. Prix..... 15 fr

ÉDOUARD ROBINET (D'ÉPERNAY)

on vend séparément	{	TOME I <sup>er</sup> . — Vins rouges, vins blancs, vins artificiels.....	5 fr.
		TOME II. — Vins mousseux, champagnes.....	5 fr.
		TOME III. — Analyse des vins, fermentation, falsifications.	5 fr.

Le manuel général des vins dont nous offrons une nouvelle édition au public est naturellement un livre indispensable, non seulement au public spé<sup>1</sup>, négociants en vins, viticulteurs, etc., mais encore à tous ceux qui possèdent une cave. Les connaissances spéciales, la longue expérience de l'auteur donnent au second volume une importance considérable et nous ne craignons pas de dire qu'il n'est pas un seul fabricant de vins mousseux qui ne l'ait consulté avec fruit.

Le 3<sup>e</sup> volume forme un guide d'analyse des vins, mettant cette science si délicate, à la portée de tous; il complète la bibliothèque du négociant, du viticulteur et du simple particulier.

(Extraits de la Table des Chapitres du *Manuel des Vins*).VINS ROUGES, BLANCS,  
ARTIFICIELS

in-16, 416 pages, 50 figures

Prix : 5 fr.

2<sup>me</sup> partie. — Ch. I<sup>er</sup> : Maladies des vins, Verdeur, Acidité, Vins aigres, Pousse, Fleurs du vin, Vin amer, Moisi, la graisse, le jaune, le bleu. Ch. II : Chauffage des vins. Ch. III : Plâtrage, Tartrage, Phosphatage, Déplâtrage. Ch. IV : Vins de sucre. Ch. V : Vins de raisins secs. Ch. VI : Vins de groseille, de framboires, de feuilles de vigne. Ch. VII : La coloration artificielle. Ch. X : Utilisation des résidus. Ch. XI : Les levures cultivées.

VINS MOUSSEUX  
CHAMPAGNES

in-16, 364 pages, 56 fig.

Prix : 5 fr.

bouteille. Ch. VII : Liqueur de tirage, Bouteilles, Bouchage et bouchons, Ficelage et agrafage. Ch. VIII : Entreprillage des vins de tirage, Prise de mousse. Ch. X : Soins du vin en cave, Mise sur pointe, Dégorgement, Liqueur pour dorer les vins, Emballage.

Analyse des Vins  
Fermentation, Falsifications

in-16, 590 pages, 36 fig.

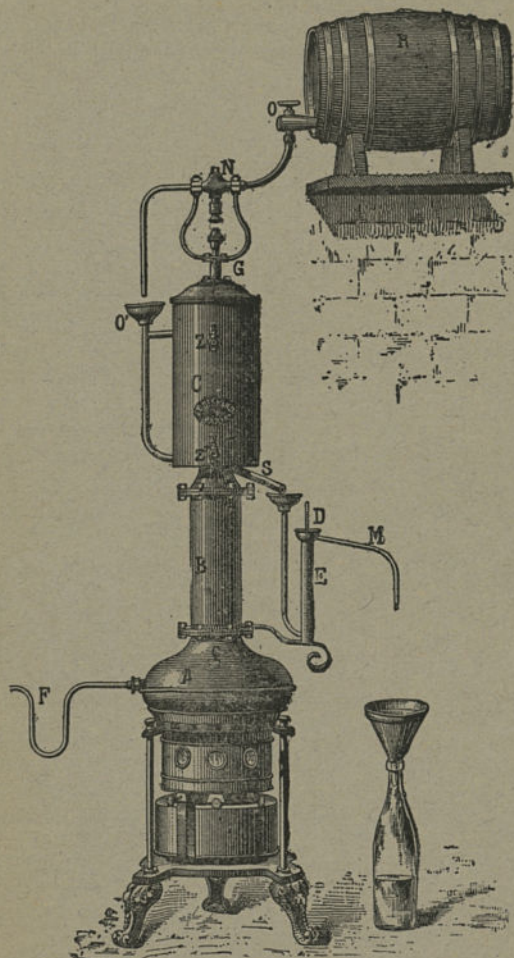
Prix : 5 fr.

Ch. I<sup>er</sup> : Fermentation. Ch. II : Composition générale et moyenne du vin. Ch. III : De la manière de procéder à une analyse. Ch. IV : De l'Alcool. Ch. V : Du sucre ou glucose. Ch. VI : Extrait sec. Ch. VII : Acide carbonique, sulfurique, etc., Tanin, Acide lactique. Ch. VIII : Du tartre. Ch. IX : Cendres, Chaux, Tartrate de chaux, Potasse, Alun, Fer, etc. Ch. X : Éléments organiques des vins, Corps neutres, Glycérine, OÉnanthine, Mucilage, Matières grasses, Bouquet des vins. Ch. XI : Falsifications, Vinage et mouillage, Piquettes, Vins de sucre, Vins gallicés, etc. Ch. XII : Coloration artificielle, Myrtille Fuschine, etc. Les Alcools, Etude de leur pureté.

# F. BESNARD PÈRE, FILS & GENDRES

Ingénieurs-Constructeurs

28, RUE GEOFFROY-LASNIER, PARIS



**ALAMBICS B<sup>tés</sup> S.G.D.G. à distillation continue**

Fonctionnement régulier automatique. — N'exige pas de connaissances professionnelles.

**PRIX DEPUIS 65 FRANCS**

— ENVOI FRANCO DU CATALOGUE SUR DEMANDE —

Maison fondée  
en 1780

**EGROT**

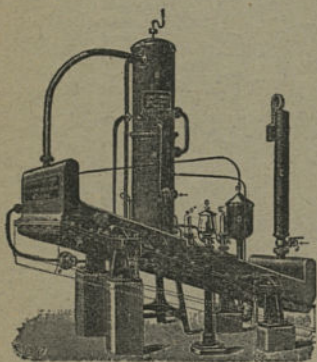
Rue Mathis  
Paris

**EGROT, GRANGÉ & C<sup>IE</sup>, SUCCESSEURS**

**DEUX GRANDS PRIX**  
A l'Exposition Universelle de Paris 1900

INSTALLATION DE  
**DISTILLERIES**

APPAREIL DE DISTILLATION CONTINUE



A colonne inclinée inobstruable  
**Système E. GUILLAUME**

BREVETÉ EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Distillation des moûts  
*CLAIRS OU ÉPAIS*

PRODUCTION D'ALCOOLS A  
60°, 90° OU 95° A VOLONTÉ

Grande économie de combustible

NOUVEAUX APPAREILS DE  
**DISTILLATION - RECTIFICATION DIRECTE**  
ET RECTIFICATEURS CONTINUS

Syst. GUILLAUME, breveté en France et à l'étranger

DONNANT DU 1<sup>er</sup> JET 90 0/0 D'ALCOOL EXTRA-NEUTRE A 96-97<sup>0</sup>

Prix et renseignements sur demande





*Vitr - 15*  
*Ray - 6*

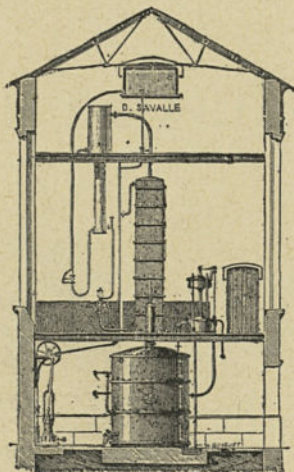
## FABRICATION DES ALCOOLS

Anciennes Maisons SAVALLE Fils et C<sup>ie</sup>  
et  
Société Anonyme pour la Construction des Appareils

SAVALLE

LEPAGE, URBAIN ET C<sup>IE</sup>

Ingénieurs-Constructeurs, seuls successeurs



MATÉRIEL COMPLET DE DISTILLERIE  
Colonnes et Rectificateurs

Plus de 1.000 Appareils en marche dans le monde entier

105-107, Rue de la Convention, PARIS

Téléphone 711-61

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

No 2016 3870401-402547

BIBLIOTHÈQUE DES ACTUALITÉS INDUSTRIELLES, N° 30

MUSEE  
COMMERCIAL

LILLE

92f

# FABRICATION DES ALCOOLS

PAR

**Gaston CANU** ET **Edouard ROBINET**  
Ingénieur Agronome | Chimiste Œnologue

~~~~~  
Avec 55 figures dans le texte

—————  
PARIS

Librairie **Bernard TIGNOL**

PUBLICATIONS DE LA

LIBRAIRIE DE L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS & MANUFACTURES

53 bis, Quai des Grands-Augustins, 53 bis

Tous droits de traduction et de reproduction réservés



# PREMIÈRE PARTIE

## L'Alcool

---

### CHAPITRE PREMIER

#### HISTORIQUE DE L'ALCOOL

Il est assez difficile, pour ne pas dire impossible, de faire un exposé complet de l'histoire de l'alcool. L'origine de ce produit se perd dans la nuit des temps et on en retrouve la mention dans les auteurs les plus anciens. Il en est la même chose pour le vin qui, dit-on, fut découvert par Noë, mais les notions légendaires ne sont pas des preuves historiques. Pour l'alcool, ses sources de provenance sont si diverses, qu'il est difficile d'établir de quel produit il fut extrait pour la première fois.

Il est évident que sa découverte est corrélative avec l'invention du premier appareil distillatoire. Mais quel en est le premier constructeur, c'est ce qu'il est assez délicat d'établir pour les temps anciens. On trouve la mention d'appareils distillatoires dans les auteurs de la Grèce ancienne, mais ces instruments étaient des plus primitifs. Ils consistaient en chaudières chauffées à feu nu au-dessus desquelles on posait une couche d'éponges qui recueillaient les vapeurs, les con-

densaient, puis on les pressait pour en extraire le jus. Ce procédé, tout barbare qu'il était, permettait cependant de faire un alcool faible de degré, mais encore assez pur.

Les Romains ne parlent pas, dans leurs ouvrages, d'appareils distillatoires. Cependant ils avaient une connaissance assez exacte des phénomènes de la fermentation, ils faisaient du vin, de l'hydromel et les Germains leur avaient appris à faire une sorte de bière. L'hydromel était la liqueur par excellence des peuples scandinaves et des races du Midi de l'Europe et de l'Asie.

Ce que nous savons de plus positif, c'est que l'alcool et la distillation furent mis en pratique par les Arabes ; en effet, les noms, alcool et alambic, sont d'origine de cette langue. Ce peuple conquérant avait produit les plus célèbres astrologues et alchimistes de ces époques barbares et ce sont ces derniers qui pratiquaient la distillation pour faire leurs drogues qu'ils vendaient ensuite parmi les classes ignorantes qu'ils dominaient.

Un médecin arabe de Bokhara, au dixième siècle, Avicenne, donne dans ses écrits la description d'appareils distillatoires déjà assez complets, mais encore bien primitifs.

Au treizième siècle, Raymond Lulle, qui fit de si curieuses observations sur la fermentation et ses résultats, nous entretient dans ses écrits d'appareils distillatoires et même de rectification, de ce qu'il appelait l'esprit subtil, sur un alcali avide d'eau ; c'est Basile Valentin qui, cinquante-huit ans après, nous apprend la rectification sur de la chaux vive.

Arnault de Villeneuve, professeur à l'Université de médecine de Montpellier, en 1240, fait le premier traité que nous connaissions sur la distillation, on a pu le considérer comme l'inventeur de cet art, mais c'est une erreur, car Rhazes, médecin de Carthage, et Albucasis, médecin arabe, avaient

déjà décrit des procédés de distillation propres à extraire l'arôme des plantes et des plantes.

Cependant, Arnault de Villeneuve est le premier qui fit réellement de l'eau-de-vie et qui en démontra les propriétés hygiéniques et utiles.

Son élève, Raymond Lulle, né à Majorque, en 1235, lui, perfectionna les procédés de son maître et fit réellement de l'alcool. Il faisait jusqu'à sept rectifications, mais d'après lui, dès la troisième, le liquide, qu'il appelait eau ardente ou alcool, était déjà inflammable. Il se servait pour ses travaux d'alambics en verre, sortes de grandes cornues primitives ; mais grâce à la patience de nos anciens maîtres, malgré l'imperfection de leurs moyens de fabrication, ils arrivaient à obtenir des produits assez bons et assez bien faits.

Michel Savonarole, en 1440, écrit un traité de distillation (*Confidencia aqua vitæ*) où il décrit le premier l'alambic en métal avec serpentín de même matière, plongeant dans l'eau froide. Il perfectionne même assez complètement son appareil et il arrive à avoir des eaux-de-vie de vin d'un degré assez élevé. En même temps il donne différents procédés pour s'assurer de la force en alcool de son eau-de-vie :

1° On imprègne des linges ou du papier avec de l'eau-de-vie, on y met le feu ; elle est réputée de bonne qualité lorsque la flamme détermine la combustion du linge ou du papier.

2° On mêle l'eau-de-vie avec l'huile pour s'assurer si elle surnage.

Il traite également de la distillation de différentes plantes avec de l'eau-de-vie pour en faire des liqueurs ayant l'arôme de ces plantes. Ce sont ses eaux-de-vie composées.

D'autres auteurs, Matthioles et Jérôme Rubée ont écrits différents traités sur la distillation.

Jean-Baptiste Porta, Napolitain, vers la fin du seizième

siècle, a aussi écrit un traité très complet sur la matière, puis, au dix-septième siècle, Nicolas Lefèvre, le docteur Arnaud, de Lyon, et le chimiste Glaubert ont successivement modifié et complété les connaissances acquises sur la distillation, tant au point de vue de l'obtention de l'eau-de-vie que pour la fabrication des remèdes et des liqueurs.

En 1661, Jacques Sachs publie un fort curieux ouvrage sur la vigne, l'art de faire le vin, et enfin les procédés les plus perfectionnés de l'époque pour faire l'eau-de-vie de vin. Kircher, le savant jésuite, en 1663, traite également cette question, mais à différents points de vue scientifiques.

Dans sa *Pharmacopée*, Moïse Charas décrit différents systèmes de distillation, puis viennent Berchusen et Boerhave qui indiquent des procédés pour obtenir de l'eau-de-vie à différents degrés, et même des degrés assez élevés.

Macquer, dans ses éléments de chimie, entre dans des considérations scientifiques et pratiques assez étendues sur la fermentation des matières sucrées et de la formation de l'alcool. Il commence par extraire l'eau-de-vie de ses produits fermentés, puis il rectifie cette eau-de-vie par des distillations successives et obtient ce qu'il appelle de l'esprit ardent, et enfin de l'esprit de vin alcoolisé. Il décrit même avec assez d'exactitude des procédés pour priver cet esprit alcoolisé des huiles essentielles qui lui donnent un goût spécial. Cet auteur paraît avoir poussé assez loin ce genre de recherches. Cependant il n'indique aucun procédé nouveau de distillation, il se sert simplement des appareils connus jusqu'à ce jour.

Le grand Lavoisier, dans son traité élémentaire de chimie, explique, avec sa lucidité habituelle, les phénomènes de la fermentation, la production de l'alcool, son isolement et enfin en détermine la composition. Ce sont de grands pas pour la science, mais au point de vue pratique et industriel, rien n'est encore fait, on est toujours dans la plus



grande enfance, cependant à la même époque Argand, de Lyon, en 1780, invente le chauffe-vin, c'est-à-dire qu'il emploie la chaleur des vapeurs de l'évaporation à chauffer déjà le vin. C'était un progrès, mais c'est à un obscur praticien que devait revenir l'honneur de découvrir l'appareil à distillation continue, permettant d'obtenir à volonté des eaux-de-vie ou des alcools à tous les degrés exigés par le commerce. Edouard Adam, cet homme de génie, appliqua le principe de l'appareil de Woulf à la distillation et résolut du premier coup le grand problème de la distillation et de la rectification simultanée, c'est en 1801 qu'il fit un premier appareil.

Quel bruit n'aurait pas fait sa découverte si elle était sortie du cerveau d'un des grands chimistes de l'époque ; mais elle venait de source obscure, et l'industrie, tout en adoptant avec enthousiasme son invention, ne pensa qu'à une chose, en tirer le plus de profit possible tout en cherchant à dépouiller son inventeur. Le brevet d'Adam est du 2 juillet 1801.

Voici la description de son appareil si simple : le vin est chauffé dans une cucurbite et les vapeurs, en sortant, passent dans une série de vases, en forme d'œuf, chargés de vin, s'y condensent jusqu'à ce que le vin arrive à la température de l'ébullition ; ce premier vin, surchargé d'alcool, distille à son tour des vapeurs qui chauffent un second récipient, lequel à son tour en chauffe un troisième et ainsi de suite jusqu'au dernier qui ne contient plus guère que de l'alcool à un degré déjà très élevé qui distille à son tour des vapeurs qui viennent se condenser dans un serpentín plongé dans un réfrigérant. En multipliant les vases intermédiaires entre la cucurbite et le serpentín on arrive à avoir à la fin un alcool d'un titre très élevé, d'autant plus que dans les derniers vases on ne mettait qu'une faible quantité d'eau pure qui lavait l'alcool.

Pour alimenter la cucurbité, on se servait du vin des vases déjà arrivé à une température assez élevée, il y avait donc économie de combustible, continuité dans le travail et rapidité dans la manutention des produits.

C'était une vraie découverte, une révolution dans la distillerie; aussi, malgré son brevet, Adam fut accablé de tous côtés de procès, on contrefit son invention, et en 1807, il mourut dans la misère, abreuvé de dégoûts. Il dota son pays d'une grande idée, mais elle le tua, comme cela arrive souvent aux inventeurs. Ce n'est qu'en 1837, que le conseil municipal de Rouen, voulant rendre justice à ce martyr de l'invention, décida qu'une plaque commémorative serait placée sur la maison où il était né.

En 1855, le conseil d'arrondissement de Montpellier, décida qu'un monument lui serait élevé dans la ville, car c'est dans cette cité qu'il fit ses premiers travaux. Quatre ans après la découverte d'Adam, un nommé Isaac Bérard, distillateur au Grand Gallanges, fit également un appareil fort simple au moyen duquel il obtenait à volonté des esprits de tous les degrés.

Les appareils d'Adam étaient encore bien imparfaits, aussi chercha-t-on immédiatement à les simplifier et à les perfectionner, et Cellier-Blumenthal remplaça les vases par des plateaux, chargés d'une mince couche de vin, et chauffés par les vapeurs d'évaporation. Il avança de beaucoup le problème de la distillation continue. Mais c'est Ch. Derosne, de Paris qui, en 1818, fit l'appareil le plus parfait. Il inventa son appareil à colonne, à distillation continue et à rectificateur, qui pendant de longues années a été le plus perfectionné qu'ait employé l'industrie. Mais nous nous arrêterons là dans nos données historiques, car nous aurons occasion, dans la description des différents procédés de fabrication des alcools de diverses provenances, de décrire une foule d'appareils qui, tous ont leur utilité et leur raison d'être.

En résumé, c'est donc à Argand, puis à Adam et enfin à Ch. Derosne qu'on doit les premiers progrès sérieux faits dans l'art de distiller un liquide fermenté quelconque pour en extraire l'alcool à un degré facultatif, et tous les inventeurs qui sont venus greffer leurs travaux sur ces premières données ne sont, on peut le dire, que des industriels qui ont perfectionné une première idée, le principe est toujours le même, il n'y a que les moyens qui diffèrent.

---

## CHAPITRE II

### PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DE L'ALCOOL

Lorsqu'une matière sucrée quelconque, entre en fermentation, il se produit principalement deux corps, l'un liquide, incolore, inflammable, caustique, c'est l'alcool, l'autre gazeux incolore, inodore, c'est le gaz carbonique, anhydride carbonique, vulgairement appelé acide carbonique. Un seul de tous les corps produits par la fermentation nous occupera pour l'instant; sans insister maintenant sur sa formation, nous allons en indiquer les principales propriétés; c'est l'alcool.

Sa formule chimique est  $C^2H^5(OH)$  ou  $C^2H^6O$ . C'est un liquide incolore, d'une odeur plus ou moins agréable selon sa pureté, d'une saveur caustique et brûlante; sa densité est de 0,794 à la température de  $15^{\circ}$ , il bout à  $78^{\circ}4$ , chaque gramme absorbe 214 calories. C'est un corps susceptible d'en dissoudre beaucoup d'autres, tels sont: les essences, les résines, les alcaloïdes, le camphre, un grand nombre de matières colorantes, le brome, l'iode, l'acide borique, etc.

*Action de l'eau.* — L'alcool est miscible à l'eau en toutes proportions; ce mélange est accompagné d'un dégagement de chaleur et d'une contraction de volume. Le maximum de contraction s'obtient avec les proportions suivantes:

|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| 53,739 parties d'alcool | } donnent 100 volumes |
| 49,836 — d'eau          |                       |

de mélange, soit une contraction  $103.575.100 = 3.575$ . La densité de ce mélange est 0,927 à 10° et sa composition est donnée par la formule  $C^2H^6O + 3H^2O$ . Voici d'après Budberg, une table de contraction des mélanges d'eau et d'alcool calculée d'après les tables de densité de Gay-Lussac.

A cette table nous en joignons d'autres donnant la densité des mélanges d'eau et d'alcool à différentes températures.

## TABLE DE CONTRACTION DES MÉLANGES D'EAU

ET D'ALCOOL à +15°

100 litres d'alcool et 0 litres d'eau se contractent de 0 litres

|    |   |     |   |       |
|----|---|-----|---|-------|
| 95 | — | 5   | — | 1.18  |
| 90 | — | 10  | — | 1.94  |
| 85 | — | 15  | — | 2.47  |
| 80 | — | 20  | — | 2.87  |
| 75 | — | 25  | — | 3.19  |
| 70 | — | 30  | — | 3.44  |
| 65 | — | 35  | — | 3.615 |
| 60 | — | 40  | — | 3.73  |
| 55 | — | 45  | — | 3.77  |
| 50 | — | 50  | — | 3.745 |
| 45 | — | 55  | — | 3.64  |
| 40 | — | 60  | — | 3.44  |
| 35 | — | 65  | — | 3.14  |
| 30 | — | 70  | — | 2.72  |
| 25 | — | 75  | — | 2.24  |
| 20 | — | 80  | — | 1.72  |
| 15 | — | 85  | — | 1.20  |
| 10 | — | 90  | — | 0.72  |
| 5  | — | 95  | — | 0.30  |
| 0  | — | 100 | — | » »   |

## DENSITÉ DES MÉLANGES D'EAU ET D'ALCOOL A + 15

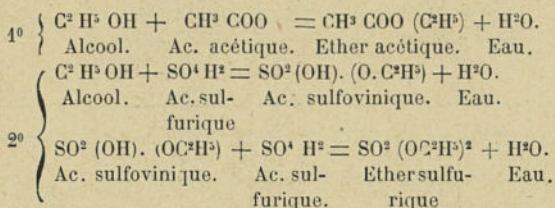
| Alcool en volume<br>degré<br>alcoométrique | DENSITÉ | Alcool en volume<br>degré<br>alcoométrique | DENSITÉ | Alcool en volume<br>degré<br>alcoométrique | DENSITÉ | Alcool en volume<br>degré<br>alcoométrique | DENSITÉ |
|--------------------------------------------|---------|--------------------------------------------|---------|--------------------------------------------|---------|--------------------------------------------|---------|
| 0                                          | 1,000   | 25                                         | 0,9711  | 50                                         | 0,9348  | 75                                         | 0,8779  |
| 1                                          | 0,9985  | 26                                         | 0,9700  | 51                                         | 0,9329  | 76                                         | 0,8733  |
| 2                                          | 0,9970  | 27                                         | 0,9690  | 52                                         | 0,9309  | 77                                         | 0,8726  |
| 3                                          | 0,9956  | 28                                         | 0,9679  | 53                                         | 0,9289  | 78                                         | 0,8699  |
| 4                                          | 0,9942  | 29                                         | 0,9668  | 54                                         | 0,9269  | 79                                         | 0,8672  |
| 5                                          | 0,9929  | 30                                         | 0,9657  | 55                                         | 0,9248  | 80                                         | 0,8645  |
| 6                                          | 0,9916  | 31                                         | 0,9645  | 56                                         | 0,9227  | 81                                         | 0,8617  |
| 7                                          | 0,9903  | 32                                         | 0,9633  | 57                                         | 0,9206  | 82                                         | 0,8589  |
| 8                                          | 0,9891  | 33                                         | 0,9621  | 58                                         | 0,9185  | 83                                         | 0,8560  |
| 9                                          | 0,9878  | 34                                         | 0,9608  | 59                                         | 0,9163  | 84                                         | 0,8531  |
| 10                                         | 0,9867  | 35                                         | 0,9594  | 60                                         | 0,9141  | 85                                         | 0,8502  |
| 11                                         | 0,9855  | 36                                         | 0,9581  | 61                                         | 0,9119  | 86                                         | 0,8472  |
| 12                                         | 0,9844  | 37                                         | 0,9567  | 62                                         | 0,9096  | 87                                         | 0,8442  |
| 13                                         | 0,9833  | 38                                         | 0,9553  | 63                                         | 0,9873  | 88                                         | 0,8411  |
| 14                                         | 0,9822  | 39                                         | 0,9538  | 64                                         | 0,9050  | 89                                         | 0,8479  |
| 15                                         | 0,9812  | 40                                         | 0,9523  | 65                                         | 0,9027  | 90                                         | 0,8346  |
| 16                                         | 0,9802  | 41                                         | 0,9507  | 66                                         | 0,9004  | 91                                         | 0,8312  |
| 17                                         | 0,9792  | 42                                         | 0,9491  | 67                                         | 0,8980  | 92                                         | 0,8278  |
| 18                                         | 0,9782  | 43                                         | 0,9474  | 68                                         | 0,8956  | 93                                         | 0,8242  |
| 19                                         | 0,9773  | 44                                         | 0,9457  | 69                                         | 0,8932  | 94                                         | 0,8206  |
| 20                                         | 0,9763  | 45                                         | 0,9440  | 70                                         | 0,8907  | 95                                         | 0,8168  |
| 21                                         | 0,9753  | 46                                         | 0,9422  | 71                                         | 0,8882  | 96                                         | 0,8128  |
| 22                                         | 0,9742  | 47                                         | 0,9404  | 72                                         | 0,8857  | 97                                         | 0,8086  |
| 23                                         | 0,9732  | 48                                         | 0,9386  | 73                                         | 0,8831  | 98                                         | 0,8042  |
| 24                                         | 0,9722  | 49                                         | 0,9367  | 74                                         | 0,8805  | 99                                         | 0,7996  |
|                                            |         |                                            |         |                                            |         | 100                                        | 0,7947  |

## TABLES DE LA DENSITÉ DE L'ALCOOL

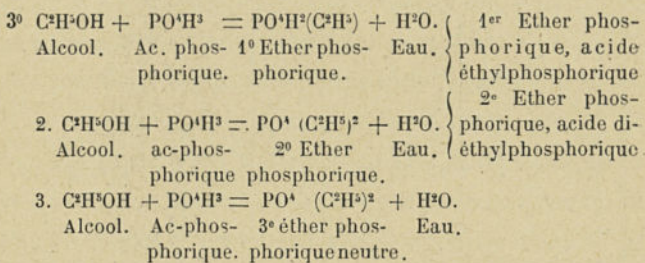
A DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES, D'APRÈS TRALLES

| Alcool 0/0<br>en volume du<br>liquide | DENSITÉ AUX TEMPÉRATURES DE |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | + 101                       | + 107  | + 407  | + 702  | + 100  | + 1208 | + 1506 | + 1803 | + 2101 |
| 0                                     | 0.9994                      | 0.9997 | 0.9997 | 0.9998 | 0.9995 | 0.9994 | 0.9991 | 0.9987 | 0.9981 |
| 5                                     | 0.9924                      | 0.9926 | 0.9926 | 0.9926 | 0.9925 | 0.9922 | 0.9919 | 0.9915 | 0.9909 |
| 10                                    | 0.9868                      | 0.9868 | 0.9868 | 0.9867 | 0.9865 | 0.9861 | 0.9857 | 0.9852 | 0.9845 |
| 15                                    | 0.9823                      | 0.9820 | 0.9820 | 0.9817 | 0.9813 | 0.9807 | 0.9862 | 0.9796 | 0.9788 |
| 20                                    | 0.9786                      | 0.9782 | 0.9777 | 0.9772 | 0.9766 | 0.9759 | 0.9751 | 0.9743 | 0.9733 |
| 25                                    | 0.9753                      | 0.9746 | 0.9738 | 0.9729 | 0.9720 | 0.9709 | 0.9700 | 0.9690 | 0.9678 |
| 30                                    | 0.9717                      | 0.9707 | 0.9695 | 0.9684 | 0.9672 | 0.9659 | 0.9646 | 0.9632 | 0.9618 |
| 35                                    | 0.9671                      | 0.9658 | 0.9644 | 0.9629 | 0.9616 | 0.9599 | 0.9583 | 0.9566 | 0.9549 |
| 40                                    | 0.9615                      | 0.9598 | 0.9581 | 0.9563 | 0.9546 | 0.9528 | 0.9510 | 0.9471 | 0.9472 |
| 45                                    | 0.9544                      | 0.9525 | 0.9506 | 0.9486 | 0.9467 | 0.9447 | 0.9427 | 0.9406 | 0.9385 |
| 50                                    | 0.9460                      | 0.9440 | 0.9420 | 0.9399 | 0.9378 | 0.9356 | 0.9335 | 0.9313 | 0.9290 |
| 55                                    | 0.9368                      | 0.9347 | 0.9325 | 0.9302 | 0.9279 | 0.9256 | 0.9234 | 0.9211 | 0.9187 |
| 60                                    | 0.9267                      | 0.9245 | 0.9222 | 0.9198 | 0.9174 | 0.9150 | 0.9126 | 0.9102 | 0.9076 |
| 65                                    | 0.9162                      | 0.9138 | 0.9113 | 0.9088 | 0.9063 | 0.9038 | 0.9013 | 0.8988 | 0.8962 |
| 70                                    | 0.9046                      | 0.9021 | 0.8996 | 0.8970 | 0.8944 | 0.8917 | 0.8892 | 0.8866 | 0.8839 |
| 75                                    | 0.8925                      | 0.8899 | 0.8873 | 0.8847 | 0.8820 | 0.8792 | 0.8765 | 0.8738 | 0.8710 |
| 80                                    | 0.8798                      | 0.8771 | 0.8744 | 0.8716 | 0.8688 | 0.8659 | 0.8631 | 0.8602 | 0.8573 |
| 85                                    | 0.8663                      | 0.8635 | 0.8606 | 0.8577 | 0.8547 | 0.8517 | 0.8488 | 0.8458 | 0.8427 |
| 90                                    | 0.8517                      | 0.8486 | 0.8455 | 0.8425 | 0.8365 | 8.8363 | 0.8332 | 0.8300 | 0.8268 |

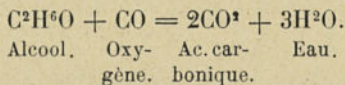
ACTIONS DES ACIDES. — Les acides minéraux ou organiques en réagissant sur l'alcool donnent des corps neutres appelés éthers. En voici quelques exemples.



Ce qu'on appelle acide sulfovinique est l'*éther acide*, tandis que l'éther obtenu dans la deuxième réaction est un *éther neutre*: ces deux éthers sulfuriques n'ont d'ailleurs rien de commun avec l'*éther ordinaire* (C<sup>2</sup>H<sup>5</sup>)<sub>2</sub>O, qui s'obtient aussi par l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool, mais dans des conditions toutes différentes.

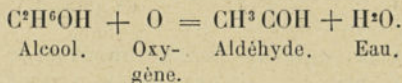


ACTION DE L'OXYGÈNE. — L'alcool brûle à l'air avec une flamme bleuâtre en produisant de l'eau et de l'acide carbonique.

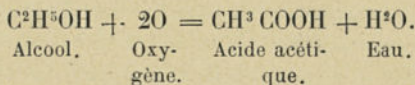




Soumis à des actions oxydantes lentes ou peu intenses l'alcool se transforme en *aldéhyde*, liquide incolore d'une odeur suffocante.



Soumis à une action oxydante plus prolongée ou plus intense, il se transforme en *acide acétique* que l'on retrouve dans le vinaigre.



ALCOOL ABSOLU.— Les procédés de distillation et de rectification, quelque parfaits qu'ils soient, sont insuffisants pour obtenir directement et sans agent étranger de l'alcool parfaitement anhydre  $\text{C}^2\text{H}^5\text{OH}$ .

Il faut avoir recours à des agents très avides d'eau. Quand, à l'aide d'un appareil perfectionné, on a obtenu un alcool titrant 97°, à l'alcoomètre Gay-Lussac, on a, à peu de chose près, obtenu le maximum de concentration. Pour l'amener à 100° il faut le distiller sur de la chaux vive, et par un tour de main assez simple on y arrive facilement. Il faut seulement prendre certaines précautions et ne pas faire la distillation à feu nu, mais au bain-marie car les vapeurs alcooliques s'enflamment facilement et on s'exposerait à de terribles explosions. En recommençant l'opération précédente une deuxième fois on obtient l'alcool titrant presque 100°. Pour en extraire les dernières traces d'eau, on agite avec de la baryte caustique, on décante et le produit de la décantation est distillé.

Pour s'assurer si l'alcool traité comme nous venons de

le dire est parfaitement anhydre ou privé d'eau, on peut employer les procédés suivants ;

1° En agitant l'alcool à étudier avec du sulfate de cuivre bien sec, si le sel devient bleu, c'est qu'il y a de l'eau ; dans le cas contraire, il reste blanc.

2° Quand on agite de la benzine avec de l'alcool, le liquide se trouble, s'il n'est pas anhydre ; car l'eau trouble la benzine, même quand la quantité en est très minime.

3° Berthelot emploie un procédé encore plus sensible et plus sûr, c'est l'addition à l'alcool à essayer d'une certaine quantité d'alcoolate de baryte  $C^2H^6O + 2 BaO$ , préparé par la dissolution de la baryte caustique dans l'alcool absolu. Si l'alcool en essai contient la moindre trace d'eau, il se trouble par cette addition, et il se précipite de l'hydrate de baryte.

### Impuretés de fabrication

Nous venons d'étudier le principal produit de la fermentation des matières sucrées : l'alcool éthylique ; mais dans cet acte important, les choses ne se passent pas aussi simplement qu'on pourrait le penser. Il est évident que, si on fait agir le ferment sur une solution de sucre absolument pure, on arrivera à obtenir un produit bien déterminé, dont nous trouverons l'équation de fermentation au chapitre traitant de la fermentation ; mais là n'est pas le cas industriel. Nous mettons en opération des matières sucrées qui sont loin d'être pures et qui, par conséquent, doivent donner lieu à la production de corps très variés.

Non seulement il se produit de l'alcool éthylique, mais selon les substances employées, des alcools propylique, butylique, amylique, caproïque, cœnantylique, etc. etc., dits alcools supérieurs ou *de queue* et toute une série de produits

dits *de tête*, tels que les aldéhydes, les éthers, dont le point d'ébullition est inférieur à celui de l'alcool.

Ce sont tous ces corps qui nous occuperont, lorsque nous arriverons à la rectification, et qui motiveront, pour leur séparation de l'alcool éthylique, l'emploi d'appareils si compliqués et de procédés si variés, qu'ils ont donné lieu à de nombreux travaux de la part des chimistes les plus éminents.

Il est bon que nous connaissions brièvement ces corps et quelques-unes de leurs propriétés.

L'alcool *propylique*  $C^2H^5CH^2OH$  ou  $C^3H^8O$  provient des mares de raisin et se trouve dans les eaux-de-vie, de pur vin et de mares. Chancel l'a isolé, en a déterminé la formule et le point d'ébullition qui est  $97^{\circ},4$ .

L'alcool *butylique*  $C^3H^7CH^2OH$  ou  $C^4H^{10}O$  provient de la betterave, bout à  $112^{\circ}$ . Nous devons l'étude de ce corps à Würtz.

Remarquons en passant, que plus la formule d'un alcool s'éleve, plus le point d'ébullition suit la progression.

L'alcool *amylique*  $C^4H^9CH^2OH$  ou  $C^5H^{12}O$ , découvert par Schüle, bout à  $132^{\circ}$ , est extrait de la fécule de pomme de terre.

L'alcool *caproïque*  $C^5H^{11}CH^2OH$ , étudié par Faguet, bout à  $150^{\circ}$ ; comme l'alcool propylique, il existe dans les mares de raisin et se retrouve dans les alcools et eaux-de-vie de pur vin.

L'alcool *œnanthylique*  $C^6H^{13}CH^2OH$  ou  $C^7H^{16}O$  vient du raisin, mais est encore peu connu; c'est cependant un alcool supérieur qui bout à  $175^{\circ}$ .

L'alcool *caprylique*  $C^7H^{15}CH^2OH$  ou  $C^8H^{18}O$  bout à  $179^{\circ}$ . Son étude a été faite principalement par Bouis. Il est peu important à notre point de vue.

C'est de toute cette série d'alcools supérieurs qu'il faudra nous débarrasser dans l'opération de la rectification, car ils

sont non seulement toxiques, mais leur goût désagréable met un obstacle à l'emploi des alcools d'industrie qui en sont trop chargés.

Nous passerons ensuite à la série des produits de tête, c'est-à-dire ceux dont le point d'ébullition est inférieur à celui de l'alcool éthylique.

*L'aldéhyde éthylique*  $\text{CH}^2\text{COH}$  ou  $\text{CH}^2\text{H}^3\text{O}$  bout à  $21^\circ$ .

*id. propylique*  $\text{C}^2\text{H}^5\text{COH}$  ou  $\text{C}^3\text{H}^6\text{O}$ ,

*id. butylique*  $\text{C}^3\text{H}^7\text{COH}$  ou  $\text{C}^4\text{H}^8\text{O}$  bout à  $95^\circ$  qui forment, en terme de distillerie, les *mauvais goûts de tête*.

À côté des aldéhydes, nous devons signaler les éthers qui sont en grand nombre, parmi lesquels nous citerons l'*éther acétique* qui existe dans le vin et les vinaigres et bout à  $74^\circ$ , l'*éther métylacétique*, etc. Signalons aussi l'*acétone* qui se produit surtout dans la distillation sèche d'un grand nombre de matières organiques. Font encore partie des produits de tête l'ammoniaque ordinaire et les ammoniaques composées douées d'odeurs infectes. Nous devons faire une place spéciale à certains produits de queue comme le *furfurol*, ou aldéhyde pyroglucique qui bout à  $162^\circ$  et prend surtout naissance dans l'action des acides sur les sons des graines et dans la torréfaction des matières organiques. De même, les *huiles essentielles* particulières à chaque produit d'origine, très tenaces et très difficiles à éliminer.

Si la présence d'un certain nombre de ces corps ne peut être complètement évitée : aldéhydes acides, éthers, nous verrons qu'il en est d'autres, comme les alcools supérieurs, qui prennent naissance à la fin de la fermentation dont on peut réduire beaucoup les quantités par des soins spéciaux, des procédés particuliers de fermentation.

## CHAPITRE III

### I. MATIÈRES ALCOOLISABLES

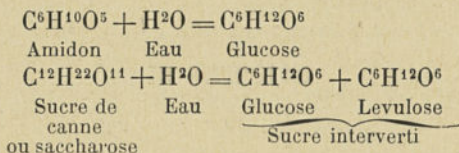
Certains *sucres* soumis à la *fermentation*, c'est-à-dire à l'action physiologique et chimique exercée par un être vivant appelé *ferment*, se transforment en alcool, en acide carbonique et en un certain nombre d'autres produits : tel est le principe de l'alcoolisation. Donc toute substance pouvant fournir du sucre peut fournir de l'alcool. Il existe un grand nombre de composés organiques ternaires naturels dont l'oxygène et l'hydrogène sont en proportion convenable pour former de l'eau. L'analogie de leur composition et de la plupart de leurs propriétés les a fait réunir en une seule classe naturelle : les *hydrates de carbone*.

L'étude de ces hydrates de carbone va nous permettre de passer en revue les principales matières alcoolisables, c'est-à-dire les principales substances susceptibles de se transformer en sucre capable de subir la fermentation.

On les divise en cinq groupes : les glucoses, les saccharoses, les amyloses, les dextrines, les celluloses.

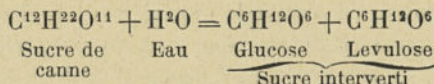
GLUCOSES. — Les glucoses répondent à la formule  $C^6H^{12}O^6$ , ils fermentent directement sous l'action de la levure de bière. Les principaux glucoses sont : le *glucose ordinaire* et le *lévulose*. Le glucose est très répandu dans les végétaux. On le rencontre associé au lévulose dans les prunes, les raisins, les figes, etc. Il est le produit de l'hy-

dratation par les acides minéraux étendus ou par certains ferments : de l'amidon, des saccharoses, des glucosides.



Industriellement, le glucose se prépare en saccharifiant dans des autoclaves la fécule par l'acide sulfurique étendu. Il fermente sous l'action de la levure de bière ; de plus il jouit de propriétés réductrices très énergiques.

SACCHAROSES. — Ils ont pour formule  $\text{C}^{12}\text{H}^{22}\text{O}^{11}$  ; leur propriété essentielle est de fixer une molécule d'eau sous l'influence des acides étendus ou de divers ferments et de se dédoubler en deux glucoses.



Ils ne fermentent qu'après cette transformation. Les principaux sont le *sucre de canne* ou *sucre de betterave* appelé *saccharose* proprement dit, le *maltose*, le *lactose*, etc.

Le *saccharose* est blanc, cristallisé, d'une saveur douce et agréable, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool absolu. L'acide sulfurique concentré le carbonise rapidement ; les acides minéraux étendus le transforment en sucre interverti : mélange de glucose et de lévulose. Le saccharose se combine avec les bases fortes pour former des sucates.

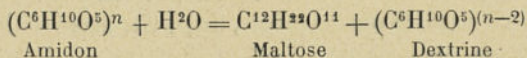
Le *maltose* se forme quand on soumet les matières amylicées à l'action de la diastase contenue dans l'orge germée ; il est directement fermentescible et jouit de propriétés réductrices.

AMYLOSES. — Ils ont pour formules des multiples de  $C^6H^{10}O^5$ . Ils proviennent de la déshydratation de plusieurs molécules de glucose et inversement par hydratation ils peuvent donner naissance à des glucoses. Ils comprennent l'amidon et la fécule, l'inuline, les mucilages, etc.

L'amidon se rencontre abondamment chez les végétaux, il est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther. Si l'on chauffe l'amidon avec de l'eau vers  $75^{\circ}$ , les grains qui le constituent, se gonflent et forment l'empois d'amidon.

Soumis à l'action de la chaleur, l'amidon, après s'être desséché se transforme en une variété d'amidon, l'amidon soluble, puis ensuite devient de la dextrine. Les acides minéraux étendus produisent une série de déshydratations successives : amidon soluble, dextrine, puis glucose. Certains ferments solubles comme la diastase contenue dans l'orge germée, comme l'invertine contenue dans la levure de bière jouissent de la même propriété que les acides étendus.

DEXTRINES. — Les dextrines sont des hydrates de carbone qui dérivent directement des amyloses par hydratation :



La dextrine proprement dite, le glycogène, les gommes, etc., sont des dextrines.

La dextrine pure, que l'on obtient par hydratation de l'amidon sous l'action des acides étendus ou de la diastase, est amorphe, d'un blanc jaunâtre, légèrement soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, et se transforme en glucose par l'eau bouillante.

CELLULOSES. — Les celluloses forment pour la plupart les tissus des végétaux. La cellulose pure est blanche, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, etc. Sous l'action de l'acide

sulfurique concentré, elle peut se désagréger et se dissoudre, constituant la cellulose soluble, ou bien, si la chaleur intervient, donner un mélange de deux glucoses fermentescibles.

Donc, en résumé, nous avons vu que :

1° Le glucose fermente directement sous l'action de la levure ;

2° Le saccharose ne fermente qu'après avoir subi une action hydratante qui le décompose en deux glucoses ;

3° L'amidon sous l'action des acides étendus se transforme en dextrine puis en glucose ;

4° La cellulose sous l'action de l'acide sulfurique concentré produit deux glucoses fermentescibles.

Et par conséquent, toutes les matières contenant les éléments précédents sont des matières alcoolisables :

1° Les glucoses en général et les jus de tous les fruits acides, raisins, pommes, poires, figes, cerises, merises, dattes ;

2° Les sucres de canne, de betterave, les mélasses, les jus de canne, de betterave, de carotte, etc. ;

3° La fécule, l'amidon, les racines féculentes (pomme de terre, topinambour, panais asphodèle, etc.), les grains et fruits amylacés (froment, seigle, orge, riz, maïs, millet, sorgho, fèves, pois, etc.) ;

4° La cellulose dans toutes ses états : sciure de bois, paille, coton, linge, feuilles, etc.

## II. FERMENTATION

FERMENTATION ALCOOLIQUE. — Nous venons de voir par quel processus on pouvait obtenir du sucre et du glucose. Il nous faut expliquer maintenant comment et sous quelle influence le sucre se transforme en alcool. Cette transformation se fait pendant la *fermentation*. Würtz en donne la



définition suivante : « Une fermentation est une réaction chimique dans laquelle un composé organique (la matière fermentescible) se modifie, dans un sens déterminé, sous l'action d'un autre composé organique (le ferment) qui ne fournit rien de sa propre substance aux produits de la réaction, ceux-ci étant formés uniquement aux dépens de la matière fermentescible ». La nature de la fermentation dépend donc du milieu dans lequel elle se produit et de la nature du ferment. Le ferment est un être de nature organique, mais il est, de plus, un être organisé : c'est un végétal et c'est à l'accomplissement de ses fonctions physiologiques que l'on doit attribuer les modifications qu'il fait éprouver à la matière fermentescible. C'est pourquoi Pasteur disait : « L'acte chimique de la fermentation est essentiellement un phénomène corrélatif d'un acte vital, commençant et s'arrêtant avec ce dernier. Il n'y a jamais fermentation sans qu'il y ait simultanément organisation, développement, multiplication de globules, ou vie poursuivie, continuée de globules déjà formés ».

Le *ferment alcoolique* est une cellule ovale, qui se compose d'un protoplasme incolore, homogène ou granuleux enveloppé d'une mince membrane transparente et pourvu souvent d'une vacuole. Placée dans de bonnes conditions la cellule se gonfle, se gorge de matière assimilée, la membrane cède bientôt en un point et l'on voit apparaître un bourgeon qui s'allonge, puis s'étrangle à la base et s'isole complètement de la cellule mère, constituant ainsi un nouvel organisme susceptible de se multiplier comme celui dont il est issu ; c'est la reproduction par bourgeonnement. Placé dans de mauvaises conditions extérieures le ferment ne saurait se reproduire ; il prend au contraire une forme de résistance, le protoplasme des cellules se condense puis se répartit en plusieurs petits amas qui s'entourent d'une membrane épaisse constituant ainsi chacun une *spore*, offrant une

résistance considérable aux agents extérieurs et qui, soumis aux influences d'un favorable milieu, germera en donnant naissance à des cellules de ferment alcoolique. La composition de ces dernières est la suivante :

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| Carbone.....           | 44 à 50   |
| Hydrogène.....         | 6 à 7,16  |
| Azote.....             | 9,25 à 12 |
| Oxygène.....           | 35,8      |
| Soufre.....            | 0,6       |
| Matières minérales.... | 5,8       |

L'action de la chaleur est prépondérante sur cet organisme et la température la plus favorable à son développement est comprise entre 25° et 30°. Tandis que les cellules de levure ne sauraient résister même desséchées, à une température de 100° et que 70° suffisent à la tuer si elle est fraîche, les spores résistent parfaitement à 110°.

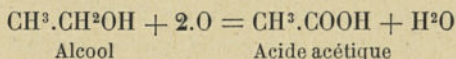
L'eau entre pour 80 0/0 dans le poids de la levure fraîche. La présence de ce liquide est donc indispensable au ferment pour son développement. Après l'eau le principal aliment est le sucre ; mais tandis que la levure peut faire fermenter directement le glucose, le maltose, le lévulose, il lui faut invertir au préalable le saccharose avant de pouvoir s'en nourrir ; elle y parvient en sécrétant une diastase qui transforme le saccharose en sucre interverti, mélange de glucose et de lévulose. Au sucre, le ferment emprunte le carbone nécessaire à sa constitution ; aux sels ammoniacaux et surtout aux matières albuminoïdes dialysables, il emprunte l'azote dont il a besoin. Les sels minéraux eux aussi son nécessaires à sa nutrition ; ce sont surtout le phosphate de potasse, le sulfate de magnésie, le phosphate de chaux qui semblent être les plus indispensables.

Lorsque la levure vit à l'air libre, elle se multiplie abon-

damment aux dépens du sucre que l'on met à sa disposition et de l'oxygène de l'air, en excréant surtout de l'acide carbonique. Lorsque cet organisme vit dans un milieu où le renouvellement de l'air ne se fait qu'avec difficulté, c'est-à-dire dans un milieu contenant les produits de sa respiration et qui lui sont nuisibles, il passe à l'état de vie latente, le bourgeonnement des cellules se ralentit et il se produit une forte proportion d'alcool ; ce sont ces dernières conditions que l'on doit s'efforcer de réaliser dans l'industrie.

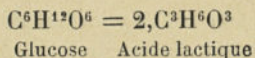
FERMENTATIONS DIVERSES.— A côté des différentes espèces de ferment alcoolique : *Saccharomyces pastorianus*, *S. ellipsoïdeus*, *S. cerevisæ*, il peut exister dans un liquide sucré d'autres microorganismes qui produisent ce qu'on appelle les *fermentations secondaires*, qui ont pour résultat d'introduire à côté de l'alcool un certain nombre d'impuretés dont l'industriel devra se débarrasser ultérieurement.

*Fermentation acétique.* Elle est causée par le *mycoderma aceti* ou *micrococcus aceti*, le ferment du vinaigre, dont la propriété principale est de fixer l'oxygène de l'air sur l'alcool et d'en faire de l'acide acétique,



Ce dédoublement de l'alcool exige la présence des matières albuminoïdes et de l'air.

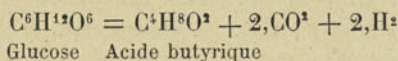
*Fermentation lactique.* Il est dû à un ferment le *bacillus lacticus* qui transforme le glucose en acide lactique,



Les conditions d'une bonne fermentation lactique sont : la présence des matières azotées fournissant les éléments

nécessaires au développement du mycoderme, la neutralité du liquide et la présence de l'air.

*Fermentation-butyrique.* Elle est produite par le *bacillus butyricus* qui jouit de la propriété de transformer l'acide lactique en acide butyrique.



C'est pour ainsi dire la prolongation de la fermentation lactique. La fermentation doit s'effectuer à l'abri de l'air.

Enfin nous terminerons ce chapitre un peu aride en signalant :

1° Le *bacille butylique* de Fitz qui transforme le sucre ordinaire, après inversion en acide butyrique et qui fournit en outre une certaine quantité d'acide butylique ;

2° Le *bacille amylozyme* de M. Perdrix qui se développe surtout après la fermentation alcoolique normale et fournit de l'alcool amylique ou huile de pomme de terre ;

3° La *levure chinoise* étudiée par M. Calmette, qui semble être le résultat de la fusion physiologique d'une moisissure, l'amylomyces Rouxii qui transforme l'amidon en sucre et d'une levure du groupe des saccharomyces qui fait fermenter le sucre mis à sa disposition.

### III. SOURCES DE L'ALCOOL.

Il est de toute évidence de songer à extraire l'alcool des produits qui en contiennent naturellement.

C'est là une première source de l'alcool. On obtient ainsi des produits parfumés possédant un bouquet spécial rappelant le goût des matières dont ils sont extraits.

Ce sont les *eaux-de-vie* que l'on désigne encore sous le

nom de *spiritueux naturels* par opposition aux *alcools d'industrie* dont nous parlerons plus loin.

Nous examinerons donc tout d'abord la confection des *eaux-de-vie de vin*, de *cidre*, de *marcs*, de *fruits*.

Nous avons vu précédemment que toute matière contenant du saccharose est susceptible de fournir de l'alcool.

Nous aurons donc à étudier successivement les industries suivantes :

*Distillerie de betteraves.*

*Distillerie de mélasses.*

D'autre part, les substances capables de fournir de l'amidon, peuvent aussi fournir de l'alcool.

C'est ainsi qu'ont pris naissance :

La *distillerie de pommes de terre.*

La *distillerie de grains.*

Ces quatre industries que nous venons de citer fournissent des alcools impurs désignés sous le nom de *flegmes* qui, pour être livrés au commerce ont besoin d'être débarrassés de leurs impuretés par la *rectification*.

---



## DEUXIÈME PARTIE

### Les Eaux-de-vie

---

#### CHAPITRE PREMIER

#### L'EAU-DE-VIE DE VIN.

Le vin est un des premiers produits dont on a eu l'idée de retirer l'alcool, mais pendant bien des siècles, les procédés furent des plus primitifs ; déjà, dans l'origine de l'alcool, nous avons décrit les premiers appareils en usage ; aussi, nous ne reviendrons pas sur ce sujet, nous bornerons notre travail à la description des procédés les plus nouveaux, car seuls ils ont un intérêt pour nous.

L'ancien système de distillation était employé chez chaque producteur à l'aide d'appareils très rudimentaires exigeant des soins spéciaux et une grande attention pour les diriger, mais on produisait ainsi des eaux-de-vie d'une finesse de goût absolument remarquable.

Voici le procédé encore en usage dans certaines régions :

On se sert d'un alambic simple muni d'un chauffe-vin à la partie supérieure de la chaudière, qui, elle, est munie d'un robinet de décharge. Cet alambic, encastré dans un massif de maçonnerie, ne laisse la flamme du foyer en con-

tact qu'avec un tiers de sa surface, Pour mettre en marche l'appareil, on commence par y introduire 3 hectolitres de vin et la même quantité dans le chauffe-vin. On chauffe et on recueille environ 130 litres d'un premier liquide qui s'appelle *premier brouillis*. On vide la chaudière et on y introduit le vin du chauffe-vin, qu'on remplit immédiatement, on chauffe de nouveau et on recueille encore une même quantité de 130 litres de *deuxième brouillis* (Fig. 4).

Continuant l'opération comme plus haut, on fait un *troisième brouillis*. Pour faire le *quatrième brouillis*, au lieu de mettre du vin neuf dans le chauffe-vin, on y introduit les trois premiers brouillis et on en obtient ainsi un quatrième.

On vide alors la chaudière, on y introduit tous les brouillis et du vin neuf dans le chauffe-vin. On distille, les trois premiers litres sont mis de côté pour être versés dans les brouillis futurs, et on continue le travail tant que le liquide qui passe résiste à la *preuve*. La preuve des *cognaçais* consiste à remplir une fiole longue et étroite, en verre épais, aux deux tiers, fermer l'orifice avec le pouce, donner une secousse brusque, et suivant le nombre et la grosseur des bulles (Bouclettes) qui montent, on juge de la force de l'eau-de-vie.

L'eau-de-vie ainsi obtenue, marque 60 à 68 degrés. On continue cependant la distillation des brouillis jusqu'à ce qu'il ne passe plus que de l'eau ; le liquide, mis de côté, est plus tard redistillé pour être amené au degré voulu.

Il est facile de le voir, une telle opération était compliquée. Distillait-on trop rapidement ? L'eau-de-vie n'était pas assez concentrée. La distillation était-elle trop lente ? On risquait de faire trop de rectification. D'autre part, les matières coagulées gagnaient le fond de la chaudière, se brûlaient, se caramélisaient et communiquaient ainsi de mauvais goûts.



Aussi, aujourd'hui on recherche des appareils qui donnent du premier coup de l'alcool à 50°. Ces instruments

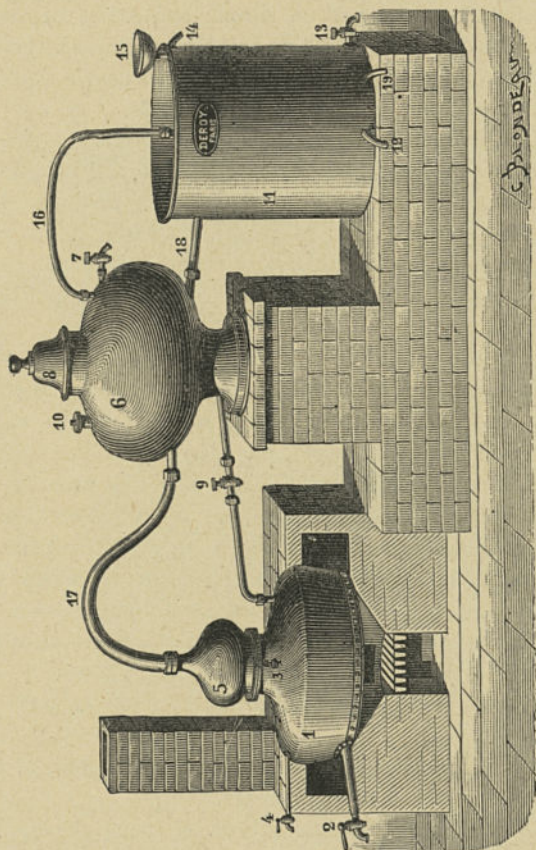


Fig. 1. — Alambic charentais à brouillis avec chauffe-vin.

sont pourvus d'organes de rectification permettant d'élever le degré de l'alcool tout en éliminant une partie des produits empyreumatiques communiquant un goût trop prononcé aux alcools obtenus.

APPAREILS INTERMITTENTS. — Un premier perfectionnement réside dans l'emploi des *alambics brûleurs* constitués par une chaudière cylindrique fermée par un chapiteau rectificateur comme par un simple couvercle, au moyen d'un joint hydraulique ou d'un joint hermétique à verrous ; cette chaudière est en relation avec un serpentin constamment refroidi, par un col-de-cygne (Fig. 2).

Le fonctionnement de ces sortes d'appareils est simple :

On commence par charger la chaudière 1 du liquide ou des matières à distiller, on replace le chapiteau 3 qui s'emboîte librement dans le rebord supérieur de la chaudière, on relie le chapiteau au serpentin 7, par le col-de-cygne 6, et l'on allume le feu après avoir rempli d'eau le réfrigérant 8.

Les vapeurs venant de la chaudière, arrêtées par un diaphragme intérieur, sont obligées, avant d'arriver au col-de-cygne, de lécher en couche très mince toute la surface interne du chapiteau, lequel, par une disposition spéciale, est maintenu humecté extérieurement d'une manière uniforme au moyen de l'écoulement par le robinet et tuyau 10 d'une partie de l'eau tiède du trop-plein du réfrigérant.

Les vapeurs d'eau et les huiles empyreumatiques qui s'élèvent de la chaudière se trouvent ainsi condensées à leur passage sous le chapiteau, de sorte qu'il n'arrive au col-de-cygne que des vapeurs riches et épurées : celles-ci se condensent dans le serpentin et le produit en est recueilli à la sortie 13.

Un autre perfectionnement a été réalisé en ajoutant à ces alambics brûleurs des rectificateurs.

Le *Rectificateur, système Egrot*, se compose de deux sphères concentriques. La sphère intérieure est parcourue par un courant d'eau qui arrive par l'entonnoir et sort par un tube flexible en étain.

L'eau se répand sur la sphère extérieure, *recouverte d'une*

*toile grossière* qui assure la répartition régulière de l'eau. Le tube en étain flexible permet d'amener le courant d'eau exactement au sommet de la sphère, même en admettant

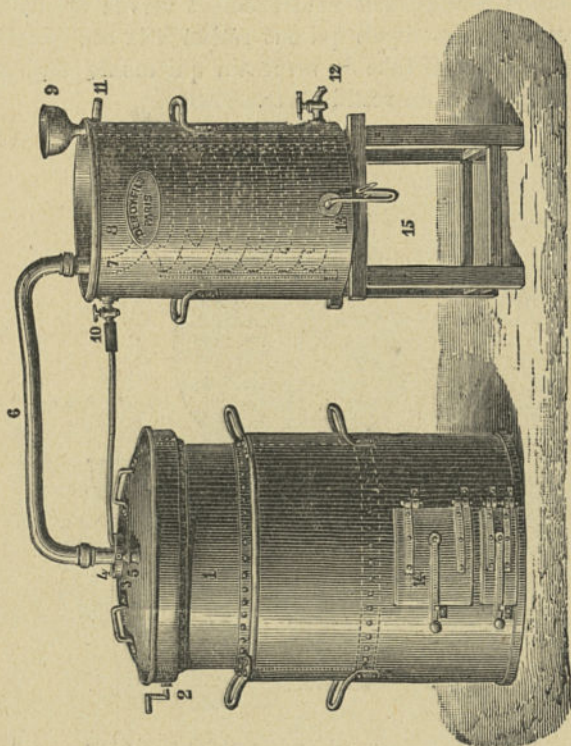


Fig. 2. — Alambic brûleur.

que le réfrigérant ne soit pas d'aplomb. On règle le courant d'eau de telle façon que la sphère extérieure soit bien imbibée, mais qu'une très petite quantité d'eau seulement tombe de la sphère dans la bache du serpentin (Fig. 3).

Les vapeurs alcooliques qui arrivent par le col-de-cygne à la partie inférieure du rectificateur se répandent dans l'in-

tervalle compris entre les deux sphères concentriques, et s'élèvent jusqu'à la partie supérieure. Les vapeurs aqueuses se condensent au contact des parties refroidies, et les condensations rétrogradent naturellement vers la chaudière. Les vapeurs alcooliques qui ont résisté à la condensation s'engagent dans le tube du serpentin qui monte jusqu'à la partie supérieure du rectificateur.

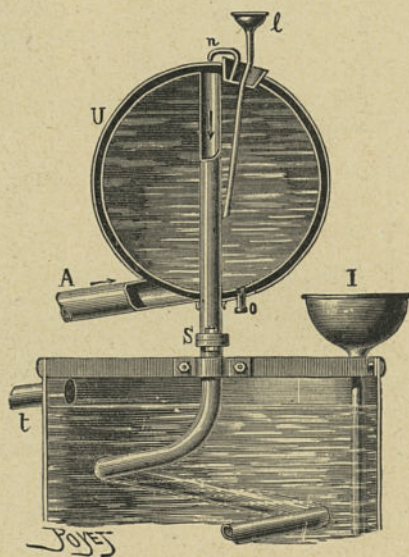


Fig. 3. — Coupe du rectificateur sphérique.

La maison *Deroy* dispose entre la chaudière et le réfrigérant un disque lenticulaire et même quelquefois plusieurs les uns au-dessus des autres. A l'intérieur de cette lentille et suspendu à la face supérieure se trouve une plaque de tôle qui constitue un bouclier empêchant les vapeurs de se

diriger trop rapidement vers le serpentín. Entre ce bouclier et la face supérieure de la lentille, on a disposé une feuille de cuivre roulée en spirale qui force les vapeurs à circuler de la circonférence au centre, et de se refroidir par l'action d'un courant d'eau froide glissant à la surface de la lentille.

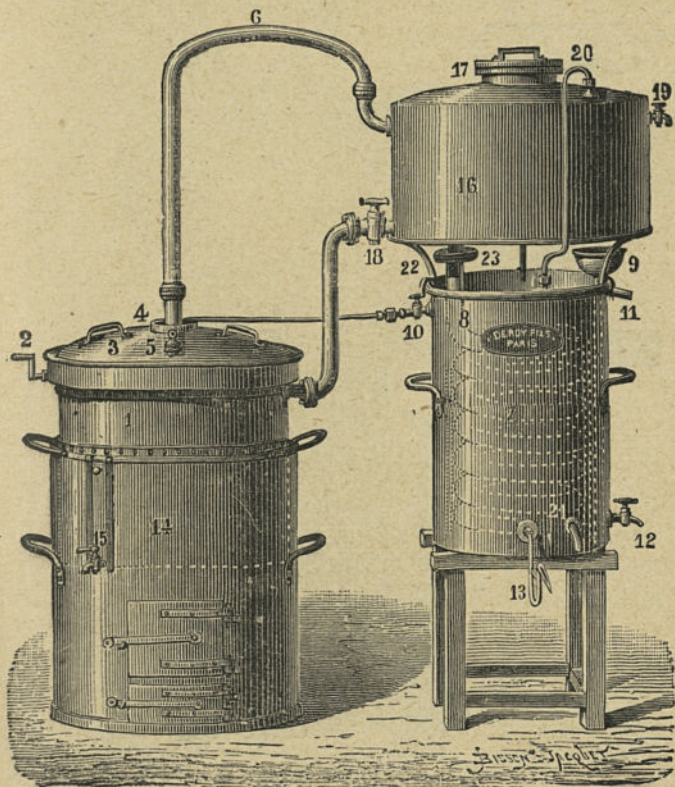


Fig. 4. — Alambic brûleur à chauffe-vin.

D'autre part, dans tous ces appareils, pour économiser

le chauffage et l'eau employée à la réfrigération on refroidit les vapeurs qui ont distillé par du vin qui en même

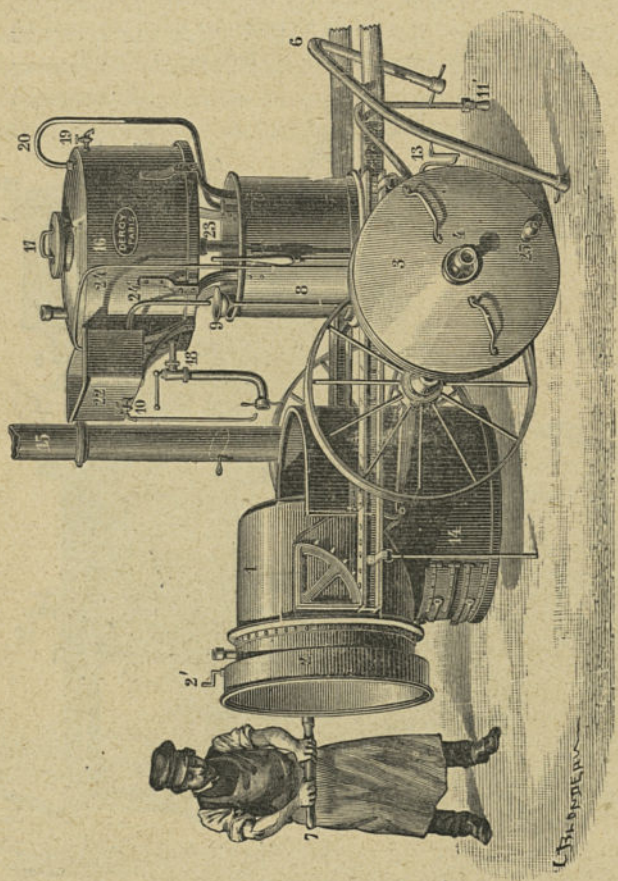


Fig. 5. — Alambic brûleur à chauffe-vin monté sur chariot,

temps s'échauffe (Fig. 4). On s'est aperçu qu'une partie des éthers contenus dans le vin se volatilisent pendant

le chauffage de ce dernier dans le *chauffe-vin* ; aussi on les recueille au moyen d'un petit tube qui les dirige vers le réfrigérant à eau froide où ils sont condensés et recueillis dans une éprouvette spéciale pour être ajoutés aux produits de la distillation.

Pour faciliter la manœuvre et la vidange de la chaudière, on la munit généralement de dispositifs particuliers permettant de la faire basculer complètement et par cela même de la vider et de la nettoyer aussi rapidement que l'on veut.

Tous les appareils que nous venons de décrire doivent s'installer à poste fixe. Pour les bouilleurs ambulants, pour les propriétaires ayant à distiller dans des endroits éloignés les uns des autres on a établi des appareils plus robustes et montés sur chariot (Fig. 5).

APPAREILS CONTINUS. — Certains alambics, établis par la maison *Besnard*, de petit volume, construits entièrement en cuivre rouge donnent, d'un seul jet, et d'une façon continue, des eaux-de-vie d'un titre élevé, sans avoir besoin d'eau pour le réfrigérant (Fig. 6).

En voici la description et le fonctionnement :

Prenons l'alambic dans sa marche normale :

Le liquide à distiller arrivant d'un tonneau placé au niveau du tuyau D, pénètre par ce tuyau dans le régulateur N, s'introduit par le tube O dans le réfrigérant C chauffe-vin. En ce lieu, le liquide à distiller absorbant la chaleur de condensation des vapeurs alcooliques contenues dans le serpent, s'échauffe. Ainsi, contrairement aux alambics ordinaires à distillation intermittente, la chaleur perdue par l'échauffement de l'eau dans le réfrigérant, se trouve récupérée par le liquide à distiller ; de là une notable économie de combustible et la grande puissance de distillation de ces appareils peu volumineux.

Le liquide réchauffé, arrivant à la partie supérieure du réfrigérant, descend par le tube G dans le godet L. Il se

répand en couches minces sur les plateaux de la colonne B. La grande surface de vaporisation ainsi produite facilite le dégagement des vapeurs de natures différentes suivant les températures respectives de chacun des plateaux. Les vapeurs des alcools lourds ou de mauvais goût se dégagent à la partie inférieure de la colonne, partie la plus chaude, elles sont condensées sur les plateaux supérieurs et rétro-

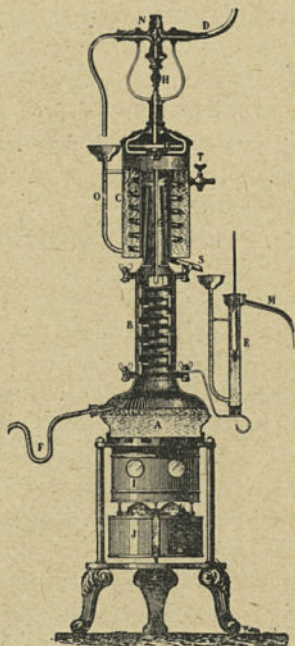


Fig. 6. — Alambic à distillation continue.

gradient dans la chaudière A. Celle-ci ne contient donc que le liquide complètement épuisé de son alcool bon goût et les huiles lourdes.



Il est à remarquer que les vapeurs du liquide contenu dans la chaudière, s'élevant dans la colonne, chauffent le liquide à distiller répandu sur les plateaux.

Cette remarque est importante, car elle montre bien que le liquide à distiller est chauffé « à la vapeur » et progressivement, puisqu'à mesure de sa descente dans la colonne, sa température augmente, facilitant ainsi le dégagement méthodique et complet des vapeurs d'alcool de bon goût.

Le liquide épuisé existant dans la chaudière A s'échappe par le siphon F recourbé à l'effet d'éviter la sortie des vapeurs.

Les vapeurs alcooliques, après rectification, montent dans le cône P, s'introduisent dans le serpentín et s'y condensent. L'eau-de-vie sort par l'extrémité S du serpentín et vient remplir l'éprouvette E, dans laquelle plonge un alcoomètre indiquant le titre de l'eau-de-vie.

Celle-ci s'écoule par le tube M dans une bouteille ou tout autre récipient.

Dans la distillation continue à 85°, la marche reste la même ; on monte au préalable la *colonne de rectification* entre la colonne B et le réfrigérant C.

A côté de ces appareils de faible production, nous devons en citer d'autres, utilisés pour les grandes productions et dans tous les cas où le distillateur n'est pas tenu à livrer une eau-de-vie de qualité très supérieure. Ils se composent d'une *chaudière* surmontée d'une *colonne distillatoire* formée par la superposition de plusieurs plateaux disposés de façon à permettre le dégagement des vapeurs alcooliques. A la colonne de distillation fait suite la *colonne à rectifier* sur le chapiteau de laquelle repose le col de cygne qui conduit la vapeur dans la partie tubulaire d'un *chauffe-vin* au-dessous duquel se trouve installé un *réfrigérant* (Fig. 7).

Le vin froid commence à s'échauffer dans le *chauffe-vin* arrive au plateau supérieur de la colonne de distillation

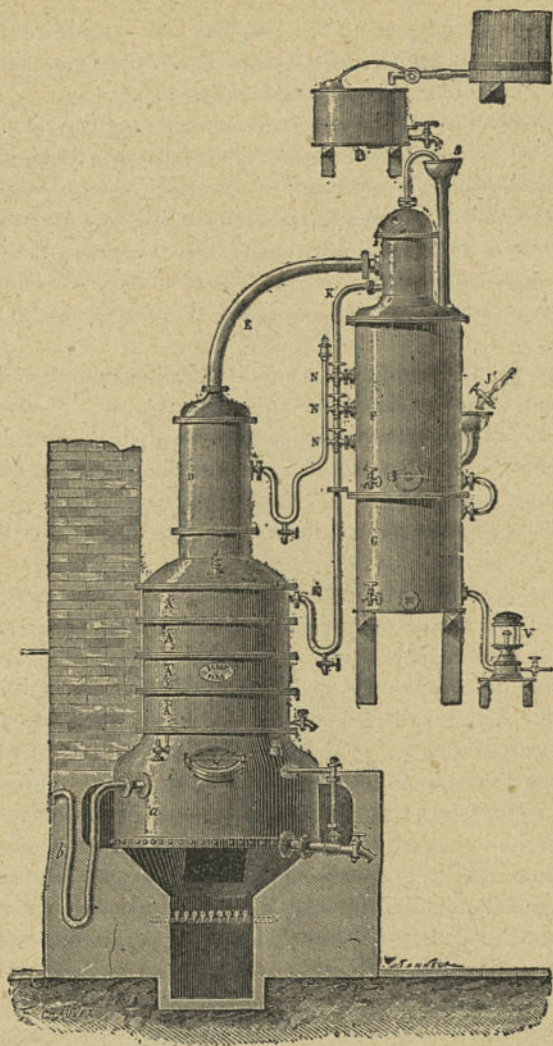


Fig. 7. — Appareil de distillation continue.

descend de plateau en plateau et rencontre la vapeur d'eau provenant de la chaudière; il s'échauffe, les vapeurs d'alcool s'analysent en remontant, elles parviennent dans la colonne de rectification, s'y concentrent et de là vont se refroidir dans le chauffe-vin d'abord, puis se condenser totalement dans le réfrigérant.

Enfin, signalons les *appareils à distillation continue et fractionnée* de la maison Deroy, qui permettent de produire en grande quantité des eaux-de-vie dont les mauvais goûts de tête et de queue sont éliminés au fur et à mesure de leur production, afin de recueillir des produits fins comparables à ceux que l'on obtient seulement dans les appareils intermittents (Fig. 8).

Le gravure représente l'appareil complet, formé par un groupe de quatre chaudières, 1, 2, 3, 4, disposées en gradins.

Le vin ou le jus fermenté arrive dans le chauffe-vin 29 par le tuyau 44 de la cuvette 43. — Là, au contact de la chaleur rayonnée par les quatre serpentins, dans lesquels passent les vapeurs provenant des quatre chaudières, il s'échauffe; puis, passant par le tuyau 16, gagne la chaudière 1, circule dans la spirale intérieure; gagne par le tube 13, la spirale de la chaudière 2, en ressort par le tube 14, arrive dans la spirale de la chaudière 3 et passe par le tube 15 dans la spirale de la chaudière 4 pour s'échapper définitivement par le tube 45.

Pendant ce long parcours, les vapeurs alcooliques du vin en distillation se sont dégagées, savoir : celles emportant les mauvais goûts de tête, de la chaudière 1, d'où elles s'échappent par le col-de-cygne 25, pour être recueillies condensées à l'éprouvette 39; celles constituant l'eau-de-vie bon goût, des deux chaudières centrales 2 et 3, pour être recueillies condensées aux éprouvettes 40 et 41; enfin, celles imprégnées de mauvais goûts de queue, de la chaudière inférieure 4, pour être recueillies condensées à l'éprouvette 42.

Lorsque la proportion de mauvais goûts de tête est relativement faible, on place un serpentin de chauffe dans le

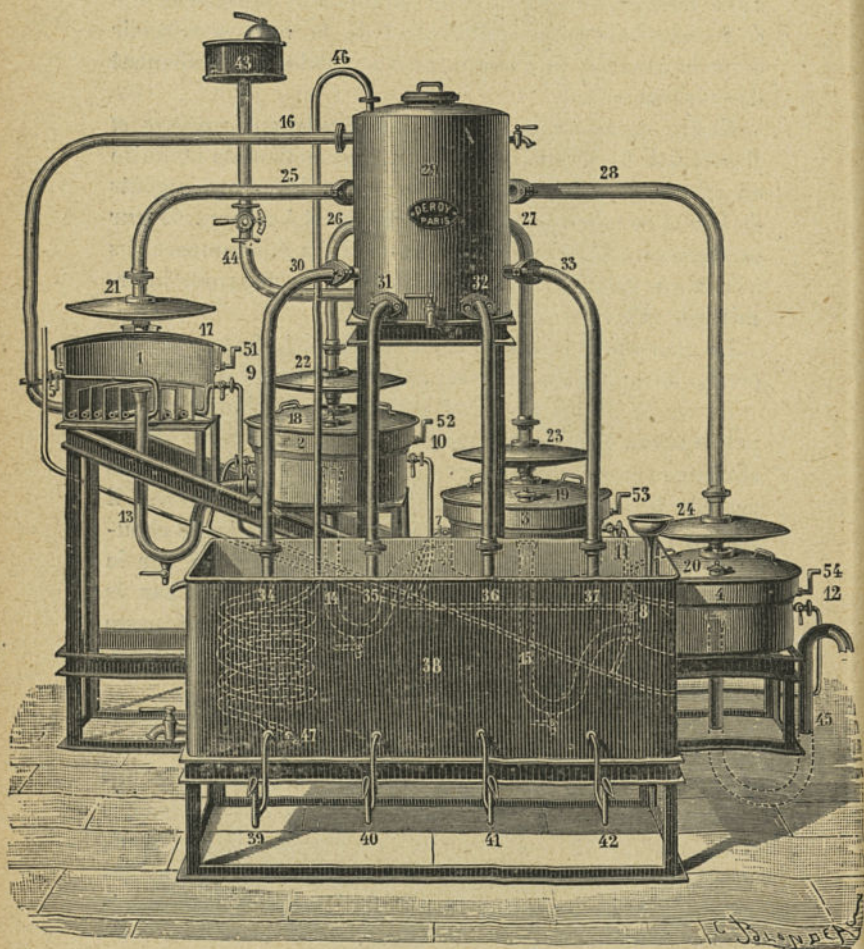


Fig. 8. — Appareil de distillation continue et fractionnée.

haut du chauffe-vin, de façon à extraire directement de cet organe les parties éthérées. En agissant ainsi, le produit de la première chaudière peut être classé aux bons goûts.

MARCHE GÉNÉRALE DE LA DISTILLATION. — Dès que la fermentation est terminée, les vins peuvent être distillés. Les vins très parfumés sont distillés avec repasse. On fait une première distillation qui a pour but de produire des flegmes à bas degrés, appelés *brouillis*. Ces brouillis sont ensuite distillés, mais on sépare les mauvais goûts de tête qui distillent tout d'abord ; lorsque le degré de l'alcool avoisine 40. Les huiles empyreumatiques commencent à distiller à leur tour, aussi ne les envoie-t-on pas dans l'alcool de *cœur*. Tous les mauvais goûts sont réunis et seront incorporés dans une deuxième opération.

Quant aux vins ordinaires, peu parfumés, il est préférable de les distiller en une seule fois.

CHOIX DES APPAREILS. — Aux petits producteurs conviendront très bien des appareils intermittents : alambics brûleurs munis ou non d'appareils rectificateurs, avec ou sans chauffe-vin. L'emploi du basculement n'est pas obligatoire et un tampon de décharge ou un robinet de vidange sont suffisants pour vider la chaudière.

Les bouilleurs ambulants et les grands propriétaires ont avantage à se servir des appareils sur chariots.

Enfin la grande production aura recours aux appareils à distillation continue pour l'obtention des eaux-de-vie communes et des trois-six, et aux appareils à distillation continue et fractionnée pour la fabrication des produits fins.

---

## CHAPITRE II

### LES EAUX-DE-VIE DE MARCS

Ce n'est pas seulement dans le vin que le vigneron recherche l'alcool, il a pensé, et avec juste raison, que les marcs de vendange en contenaient encore une quantité fort appréciable car le pressurage, quelque bien fait qu'il soit, n'arrive pas à extraire tout le liquide contenu dans cette masse ligneuse.

Deux méthodes peuvent être suivies pour la fabrication de ces eaux-de-vie; l'une consiste à distiller les marcs en nature, l'autre à mettre en chaudière la piquette obtenue par la macération des marcs dans l'eau. Le premier procédé permet d'obtenir une eau-de-vie à odeur bien caractéristique; avec le second on obtient une eau-de-vie incomparablement plus fine, n'ayant souvent aucun goût de marc et absolument comparable à l'eau-de-vie obtenue par la distillation directe du vin.

I. DISTILLATION DES MARCS EN NATURE. — Les marcs provenant de la fabrication du vin rouge ont subi la fermentation alcoolique et peuvent être distillés immédiatement après le pressurage, quoiqu'il soit plus avantageux d'attendre que leur fermentation soit complètement achevée. Au contraire, ceux qui proviennent de la fabrication du vin blanc n'ont subi aucune fermentation; il faut donc faire fermenter le moût qu'ils renferment. Les marcs, soigneusement émiettés, sont introduits dans une cuve dans laquelle

on verse ensuite une quantité d'eau tiède suffisante pour les recouvrir. On abandonne la masse, dont la température doit être voisine de 25 à 30°, à la fermentation spontanée. On soutire lorsque le liquide marque 1005 au mustimètre, si l'on ne veut pas distiller immédiatement ; il y aurait inconvénient à laisser le vin obtenu au contact avec les râles dont l'acidité considérable se communiquerait au liquide, ce qui aurait pour conséquence l'obtention d'une eau-de-vie défectueuse.

1° *Distillation à feu nu.* — L'alambic ordinaire peut être employé, mais il y a avantage à se servir des alambics brûleurs à rectificateur sphérique ou lenticulaire, que l'on trouve dans le commerce. Il faut avoir soin de placer sur le fond de la chaudière une grille en cuivre perforé, une claie d'osier ou encore un lit de paille, afin d'empêcher les matières solides d'être en contact avec la chaudière et de se carboniser. Comme le marc doit être distillé avec environ le tiers de son volume d'eau, on verse d'abord dans la chaudière la quantité d'eau nécessaire, puis le marc finement émiétté. On conduit alors la distillation avec *repassé* ou sans repassé.

Quand les mares contiennent une forte proportion d'huile essentielle l'eau-de-vie obtenue avec repassé est plus fine que celle obtenue du premier jet. Pour les mares ordinaires, qui contiennent moins d'huile essentielle, l'eau-de-vie obtenue sans repassé est excellente. Il suffit alors de refroidir constamment le rectificateur par un courant d'eau froide, de distiller lentement, car c'est l'action lente et régulière de la chaleur qui développe le bouquet au cours de la distillation. Lorsque cette dernière est terminée, c'est-à-dire lorsqu'à la sortie du serpentín on ne recueille plus que de l'eau, on vide la chaudière. La vidange de la chaudière peut se faire rapidement au moyen d'un large tampon de décharge placé à sa partie inférieure

ou, mieux encore, par simple basculement : par la manœuvre d'un levier, la chaudière pivote autour d'un axe horizontal; le marc épuisé se déverse dans un baquet, la chaudière

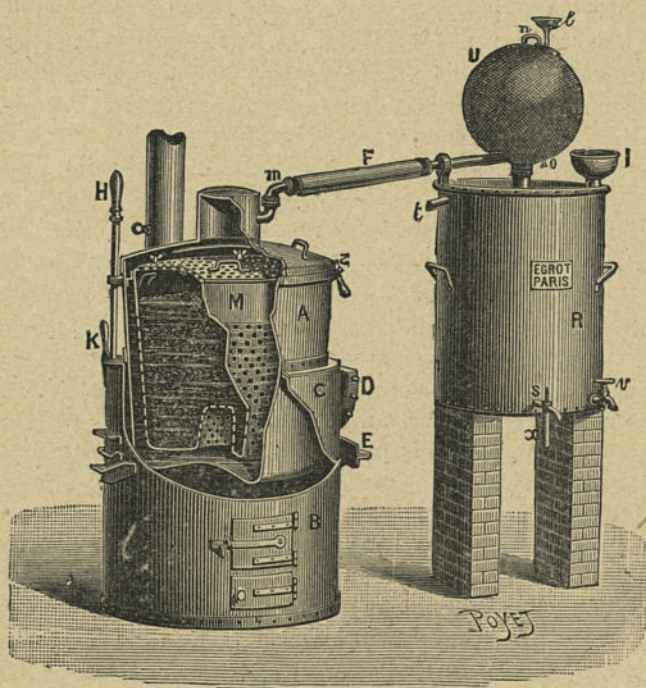


Fig. 9. — Alambic brûleur avec panier.

est alors remplie de mares frais pour une nouvelle opération.

2° *Distillation au bain-marie ou au panier.* — Dans le but d'éviter la carbonisation des mares au contact des parois de la chaudière, on les place à l'intérieur d'une



deuxième chaudière qui plonge dans l'eau contenue dans la première. On remplace avantageusement cette deuxième chaudière jouant le rôle de bain-marie en plaçant les marcs à l'intérieur d'un panier tronconique en cuivre perforé; un large tube central, également perforé, placé dans le fond pénètre dans le marc et y favorise la circulation de l'eau et des vapeurs (Fig. 9).

Dans ces conditions, les marcs ne touchant pas les parois, les huiles essentielles qui ne distillent qu'à haute température restent dans les râfles et ne viennent pas souiller les produits de la distillation. Celle-ci est conduite comme dans le cas précédent. Quand on opère par repasse on enlève le panier pour effectuer la deuxième distillation. La vidange se fait par renversement, le liquide s'écoule d'abord, on retire

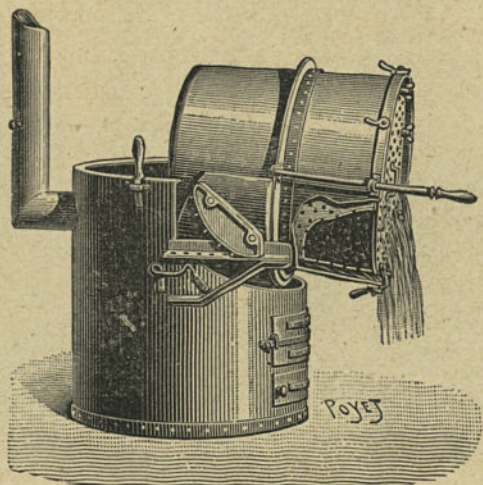


Fig. 40. — Alambic brûleur avec panier.

ensuite le couvercle du panier et le marc se déverse par un deuxième basculement (Fig. 40).

3° *Distillation à la vapeur.* — Ce procédé n'est guère utilisable que pour les grandes exploitations. L'appareil distillatoire se compose de 2, 3, 4 vases destinés à contenir les mares, d'une chaudière permettant d'obtenir la vapeur nécessaire au fonctionnement de l'appareil, d'un chapeau rectificateur lenticulaire ou sphérique, et d'un réfrigérant. Le fonctionnement en est des plus simples. Les mares à distiller sont versés dans les vases que l'on ferme hermétiquement. La vapeur provenant du générateur est admise dans le fond du premier récipient. Elle le traverse de bas en haut, s'empare de l'alcool et des produits aromatiques vient dans le bas du deuxième vase, puis du troisième. De là, elle est dirigée vers le rectificateur ; les parties condensées retournent dans le dernier vase après s'être épurées

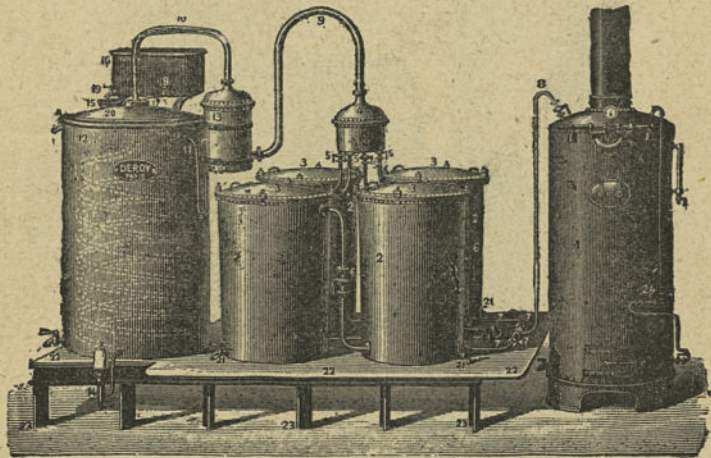


Fig. 11. — Appareil à vases fixe.

tandis que les vapeurs d'alcool continuent leur route et viennent se condenser dans le réfrigérant à la sortie duquel

le liquide condensé est recueilli. Lorsque le marc du premier vase est épuisé, ce dont on s'aperçoit quand le degré baisse à la sortie, on fait arriver la vapeur dans le deuxième vase ; on décharge rapidement le premier en le basculant, on l'emplit d'une nouvelle charge de marcs et on le remet en batterie en faisant arriver à sa base la vapeur sortant du troisième vase (Fig. 11).

Ces sortes d'appareils — comme ceux que nous avons déjà examinés plus haut — s'établissent à poste fixe dans les fermes ou bien sont montés sur bâti en fer muni de roues (Fig. 12).

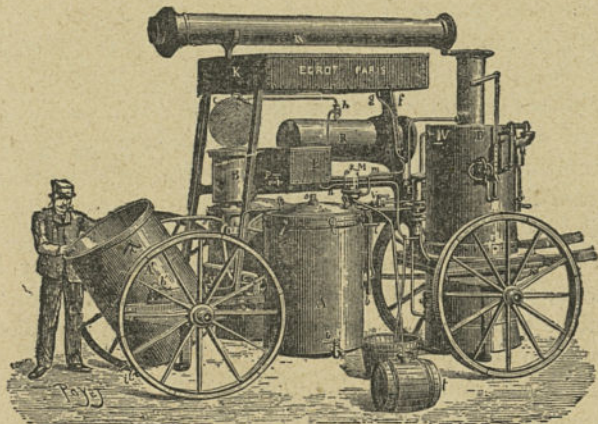


Fig. 12. — Appareil à vases monté sur chariot.

Dans tous les systèmes que nous venons de décrire, la distillation est discontinue.

Dans les grandes exploitations du Midi on utilise parfois des appareils à *distillation* continue. Les vapeurs alcooliques sortant des vases contenant les marcs (calandres) disposés en batterie continue, pénètrent dans une colonne à distiller

à plateaux, s'y rectifient, s'y concentrent avant d'arriver au réfrigérant, à la sortie duquel on recueille de l'alcool à 85° connu sous le nom de *trois-six de marc*.

II. DISTILLATION DES PIQUETTES DE MARCS. — Il existe deux méthodes pour fabriquer ces piquettes.

1<sup>o</sup> *Par fermentation*. — Les mares sont émiettés dans une cuve et immergés dans un volume d'eau tiède égal au tiers de celui du vin de première cuvée. Là encore il faut éviter que la grappe soit longtemps en contact avec l'air. On ajoute dans la cuve environ 150 grammes d'acide tartrique par hectolitre. On laisse la fermentation s'établir en ne prenant d'autre précaution que celle de remuer la masse chaque jour. La fermentation est froide et peu active.

2<sup>o</sup> *Par macération et fermentation*. — On peut opérer par *macération simple*. Le marc, placé dans des tonneaux défoncés d'un bout et portant un robinet à leur partie inférieure est additionné d'une fois et demie à deux fois son volume d'eau tiède. Après vingt-quatre heures de contact, on soutire le liquide et l'on passe le marc au pressoir. Le produit du soutirage est mélangé avec cette sorte de rebêche. On peut encore verser une seconde fois de l'eau sur les mares; au bout de douze heures on la soutire, mais on ne l'utilise que pour une nouvelle macération, au lieu d'employer de l'eau pure.

Dans les grandes exploitations, où les mares sont en abondance, il est préférable d'employer la *macération continue*, ou lavage méthodique des mares. On opère alors avec plusieurs cuves de macération qui constituent une batterie. On emploie quatre ou six cuves suivant la richesse des mares; chacune d'elles porte un faux fond perforé placé à dix centimètres au-dessous du fond plein, et c'est sur ce faux fond que se jette le marc; un large tuyau fait communiquer le haut d'une cuve avec l'espace vide situé sous le faux fond de la cuve suivante. Ce tuyau est en outre

ouvert dans le haut, pour permettre une introduction directe d'eau (Fig. 13).

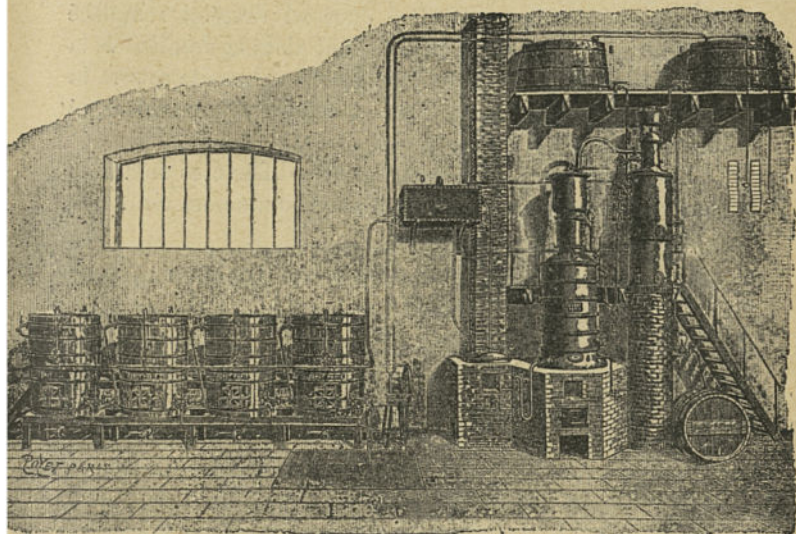


Fig. 13. — Une distillerie de mares traités par macération.

Le liquide de macération passe successivement dans toutes les cuves, où il séjourne quelques heures, et sort de la dernière sous forme de piquette. Le déplacement du liquide d'une cuve dans l'autre se fait en introduisant de l'eau sous le faux fond de la première cuve par le haut du tuyau de communication avec la précédente. Le liquide de macération, chassé de bas en haut, s'écoule à la partie supérieure de la cuve et vient sous le faux fond de la première cuve par le haut du tuyau de communication avec la précédente. Le liquide de macération, chassé de bas en haut, s'écoule à la partie supérieure de la cuve et vient sous le faux fond de

la cuve suivante refouler le liquide qui s'y trouve, lequel se rend dans la cuve n° 3, ainsi de suite jusqu'à la dernière. Après un nombre de macérations égal au nombre de cuves, le marc épuisé de la première cuve est retiré et remplacé par du marc frais. Cette cuve devient alors la dernière de la série et la deuxième devient la première. Ensuite ce sera la cuve n° 2 qui sera la dernière et celle n° 3 la première, et ainsi de suite.

Les piquettes ainsi obtenues par ces différentes méthodes sont ensuite soumises à la distillation comme des vins.

---

## CHAPITRE III

### LES EAUX-DE-VIE DE FRUITS

Les principaux fruits à noyaux que l'on livre à la distillation sont les prunes, les cerises, les merises et quelquefois les pêches et les abricots. Les prunes fournissent le quetsch, les merises donnent le kirsch. La préparation de ces deux spiritueux est identique. Les fruits sont convenablement triés ; on rejette les fruits pourris, on débarrasse les fruits sains des queues. Deux méthodes sont employées pour la mise en fermentation.

PREMIÈRE MÉTHODE. — Les fruits sont jetés dans des cuves et on les abandonne à la fermentation spontanée à la température de 20° environ. Au bout de douze à quinze jours, la fermentation des cerises est terminée ; les prunes exigent un mois et demi pour fermenter complètement. Pour distiller on ajoute à cette masse pâteuse une certaine quantité d'eau bouillante afin de la rendre plus fluide. L'emploi d'une grille de fond ou d'un agitateur est recommandable. On peut aussi faire usage d'un bain-marie ; mais on obtient ainsi une eau-de-vie moins fine et moins parfumée. Les produits de tête et les produits de queue sont séparés dans la distillation puis mélangés entre eux et ajoutés à une charge suivante.

DEUXIÈME MÉTHODE. — Les fruits sont d'abord foulés avec précaution afin de ne pas briser les noyaux car le kirsch préparé avec des merises dont le noyau a été écrasé a moins

de finesse que celui préparé avec des merises dont le noyau a été conservé intact. On arrose la masse ainsi foulée avec de l'eau tiède, puis on laisse fermenter en cuves fermées à la température de 20° ou 25°. La fermentation terminée, on soutire ; on soumet le marc à la pression ; le jus ainsi obtenu est réuni à celui de mère-goutte et le tout est distillé par la méthode indiquée pour les vins.

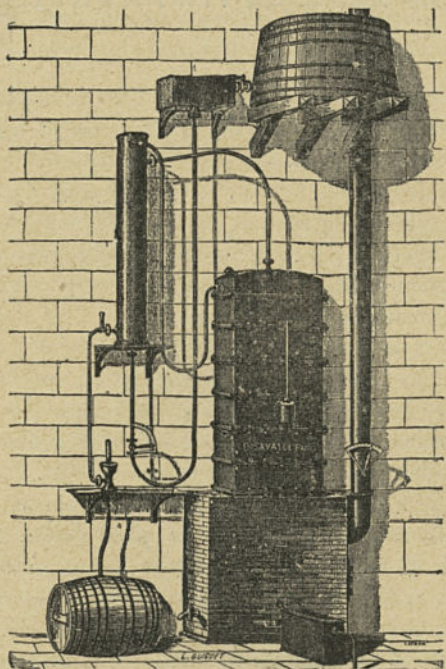


Fig. 14. — Appareil pour la distillation continue du cidre.

Les eaux-de-vie de fruits demandent à vieillir avant de devenir fines et meilleures. On les abandonne dans ce but, dans des touries de verre bouchées par un tampon de par-



chemin dans lequel on a ménagé quelques trous pour permettre l'évaporation lente des spiritueux.

Parmi les boissons fermentées susceptibles de fournir des eaux-de-vie, nous n'oublions pas le *cidre* et le *poiré*. La préparation des eaux-de-vie de cidre, de poiré, de mares de pommes ou de poires est exactement la même que celle des eaux-de-vie de vin et de mares. Signalons cependant un appareil construit par la maison Savalle qui permet de distiller le cidre d'une façon continue dans une colonne à plateaux analogue à celle que nous décrirons ultérieurement pour la distillation des vins industriels (Fig. 14).

---



## TROISIÈME PARTIE

### L'Alcool d'Industrie

---

#### CHAPITRE PREMIER

#### OBTENTION DU JUS SUCRÉ

##### Extraction du jus de betteraves

La production de l'alcool de betteraves ne s'élevait annuellement, avant 1850, qu'à 500 hectolitres. Mais depuis cette époque, grâce aux travaux de Leplay, de Champonnois, Derosne, Cail, etc., elle a toujours été en croissant. La betterave travaillée en distillerie est moins riche que la betterave de sucrerie et ne contient guère que de 10 à 20 0/0 de sucre. Par l'emploi de la betterave demi-sucrière qui donne plus de rendement à l'hectare que la riche, on obtient plus d'alcool à l'hectare, et le distillateur a une plus grande quantité de pulpe à sa disposition. Le rendement moyen pratique en alcool est d'environ 6 0/0 du poids de la racine.

Avant d'entrer dans la technique de l'extraction du jus, nous devons dire quelques mots de la conservation des betteraves.

De nombreux auteurs ont écrit sur ce sujet des livres spé-

ciaux qu'il est bon de consulter, car ils renferment des détails qui ne peuvent entrer dans un traité aussi général que celui-ci. Nous allons cependant indiquer les principaux procédés qui paraissent remplir le mieux ce but.

Ce sont : les silos et la mise en tas sur le sol.

*Les silos.* — La construction des silos exige un soin tout particulier, il faut premièrement choisir un terrain un peu élevé, qui soit à l'abri des invasions de l'eau ; on y creuse un fossé qui doit avoir environ 1<sup>m</sup>30 de largeur sur 0<sup>m</sup>75 à 1 mètre de profondeur. La longueur est déterminée par la quantité de racines qu'on a à emmagasiner. Au fond, au milieu, on fait un second petit fossé d'environ 10 à 15 centimètres de profondeur sur autant de largeur, destiné à l'écoulement des eaux pluviales qui pourraient y pénétrer et à la libre circulation des gaz qui se dégagent de cette agglomération de racines.

Une fois ces dispositions premières prises, on place les plus grosses betteraves en travers de la rigole du fond pour former une sorte de voûte, puis on range les autres avec soin de manière à remplir le silo en laissant le moins d'espace vide possible ; quand on est arrivé au ras du fossé on continue à l'élever en forme de tas de pierre ayant une inclinaison de 45 degrés et se terminant en pointe. Ce travail fait, on recouvre le tout d'une couche de terre de 30 centimètres environ, qu'on bat avec soin avec une pelle, de manière à former une sorte de toit qui met les racines à l'abri de la pluie. A chaque extrémité du silo on laisse une prise d'air qui est maintenue au moyen de planches ou de fagots, ces prises d'air laissent aux gaz produits un libre échappement, et dans les grands froids on a la précaution de les fermer pour empêcher la gelée de pénétrer.

Les betteraves ainsi disposées sur un terrain bien sec, bien recouvertes, avec un libre échappement des gaz, peuvent se conserver tout le temps nécessaire à la fabrication, temps qui n'excède jamais trois à quatre mois.

- *Mise en tas.* — La construction des silos est toujours une opération assez coûteuse, aussi pour l'éviter on a souvent employé la mise en tas directement dans les champs ou dans les cours destinées à les recevoir.

- Pour pratiquer ce mode de rangement il est quelques petites précautions à prendre. Le sol du tas doit être bien tassé et former une légère pente de chaque côté de manière à favoriser l'écoulement des eaux. Puis les betteraves de la bordure doivent être rangées comme les pierres d'un mur construit sans mortier. On les monte ainsi à environ 1 mètre ou 1<sup>m</sup>50 du sol, puis, à partir de ce moment, on lui donne une pente douce pour finir en pointe. La partie en pointe est recouverte de paille comme pour les meules de céréales pour parer aux pluies et on fait tout autour une petite rigole pour l'écoulement des eaux pluviales. Ainsi disposées elles peuvent très bien se conserver, mais il faut se méfier des gelées, car elles n'en sont point garanties. Recouvrir les tas de terre pour parer à cet inconvénient serait une grosse opération qui serait plus coûteuse peut-être que la formation des silos.

M. Decrombecque, pour favoriser l'aérage des tas d'un volume quelconque de betteraves, emploie un procédé assez simple. Ses tas sont séparés de quatre mètres en quatre mètres, pour cela il prépare des bâtis en planches de bateaux assemblées entre elles comme des calibres, elles représentent extérieurement la forme du tas. Ces calibres sont espacés les uns des autres de 8 à 10 centimètres. Les betteraves y sont rangées avec soin et on peut facilement les préserver de la gelée, soit en les recouvrant de terre, soit en masquant d'une manière quelconque les ouvertures qui donnent un trop libre accès à la gelée.

- *Emmagasinage dans les caves ou celliers.* — Dans les pays où l'hiver est très rude, comme dans le nord de l'Europe, la pratique des silos est presque impossible, il faut

avoir recours aux caves ou aux celliers. Cela entraîne forcément à de grandes dépenses, car il y a aussi des inconvénients qu'il faut éviter : l'humidité, le défaut d'aération, le trop grand amoncellement.

Quand on emploie des caves il est bon que le sol soit couvert d'une bonne couche de poussière de charbon ou de mâchefer. Une pente convenable doit être également ménagée pour l'écoulement des eaux, puis les masses doivent être séparées de distance en distance par des cloisons en planches permettant à l'air de circuler. Un amoncellement trop considérable et de l'humidité amèneraient infailliblement de la pourriture et par suite la perte totale des racines.

Dans les celliers les mêmes précautions doivent être prises, et il n'est pas rare d'obtenir de ce mode de logement un moins bon résultat qu'avec l'ensilage qui est simple et économique.

LAVAGE DES BETTERAVES. — Après la récolte, une certaine quantité de terre reste adhérente après la betterave ; afin d'obtenir un jus aussi pur que possible, il est absolument nécessaire de nettoyer parfaitement cette racine. Les betteraves sont versées dans une fosse contenant de l'eau : elles y subissent un premier débouillage, puis sont saisies dans les spires d'un *élévateur à hélice* qui les déverse dans le *laveur à bras*, grande bêche demi-cylindrique dans laquelle se trouve de l'eau et contenant un arbre longitudinal garni de bras qui se chargent de remuer constamment les betteraves et de les faire cheminer vers l'autre extrémité du laveur. Elles tombent alors sur un plan incliné à claire-voie puis sont saisies par une chaîne à godets qui les conduit au *coupe-racines*.

Ce dernier appareil comprend, dans les petites installations traitant de 10.000 à 25.000 kilogrammes de betteraves par jour, un arbre vertical actionné par l'intermédiaire d'une poulie et portant un double batteur tournant avec

une grande vitesse concentriquement à un cage en fonte percée de six fenêtres rectangulaires dans lesquelles s'engagent des boîtes à couteaux (Fig. 15). Cette cage est surmontée d'une cloche qui porte latéralement une trémie pour l'arrivée des betteraves. Celles-ci saisies par le batteur sont découpées

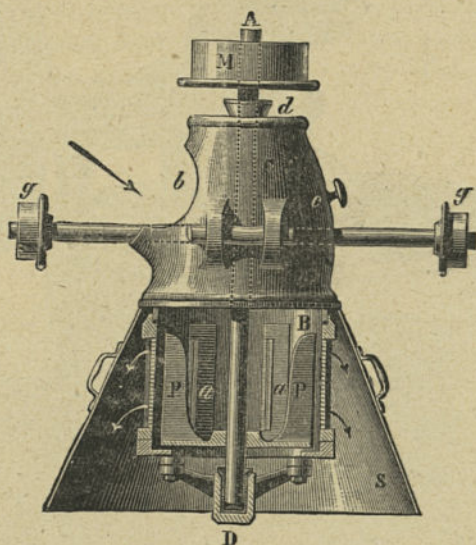


Fig. 15. — Coupe racine Stéphen David.

en *cossettes faitières* qui seront projetées tout autour de l'appareil. Un cône en tôle détermine leur chute dans les cuves.

Pour les exploitations qui travaillent plus de 40.000 kilogrammes de betteraves on emploie plus avantageusement un coupe-racines fixe à plateau horizontal (Fig. 16) ; il est composé d'un disque à axe vertical, portant dans le sens des rayons les boîtes à couteaux.

On peut extraire le jus par *macération* ou par *diffusion*.  
**MACÉRATION.**— Elle peut être *continue* ou *discontinue*.  
 Dans la macération continue on remplit les cuves avec des

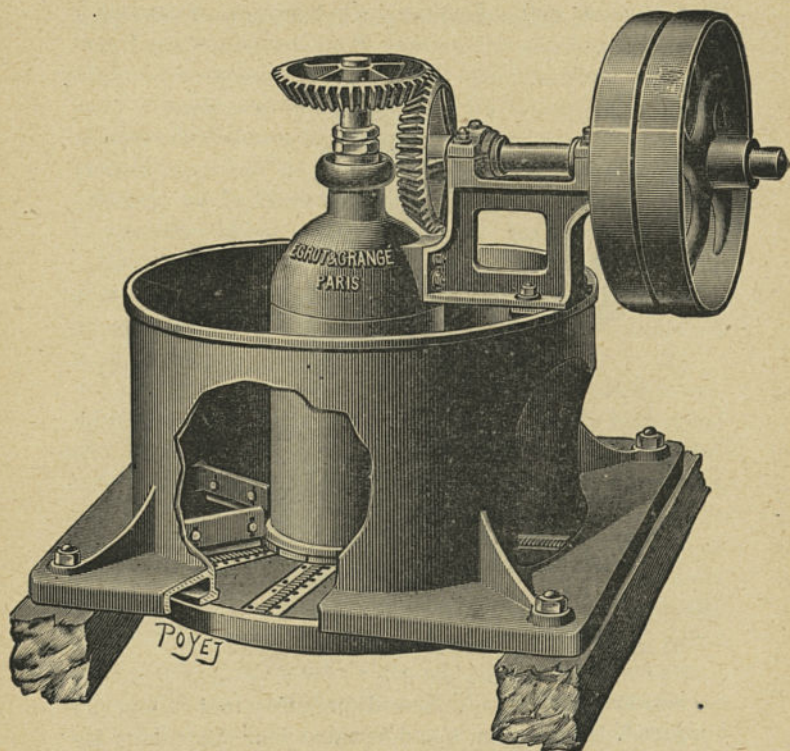


Fig. 16. — Coupe racines fixe à plateau horizontal.

cossettes, puis on y fait couler d'abord des petits jus et le tout est laissé une heure un contact. Puis on fait arriver dans le macérateur, des vinasses chaudes, le jus s'écoule d'abord à 5° puis de moins en moins riche en sucre ; lorsqu'il marque un



demi-degré, il est envoyé dans un bac à petit jus et il servira pour une nouvelle opération. On arrête l'arrivée des vinasses lorsque le petit jus marque un demi-degré. Puis on vide la cuve, que l'on remplit, après nettoyage avec des cossettes neuves, et la série des opérations recommence. On obtient par ce procédé 18 hectolitres de jus par tonne de racines.

La *macération continue* comporte l'emploi d'une batterie de macérateurs spéciaux disposés en batterie (Fig. 17).

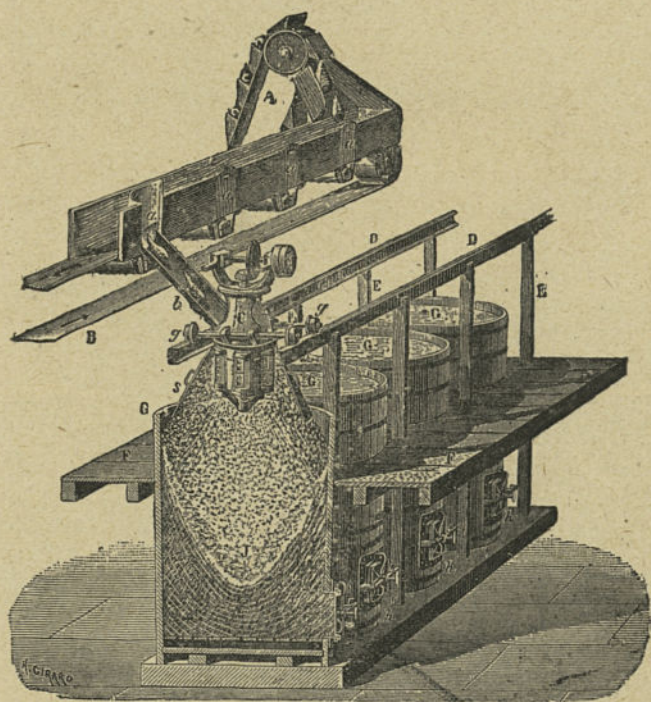


Fig. 17. — Batterie de macération.

La partie supérieure de chaque cuve communique par l'in-

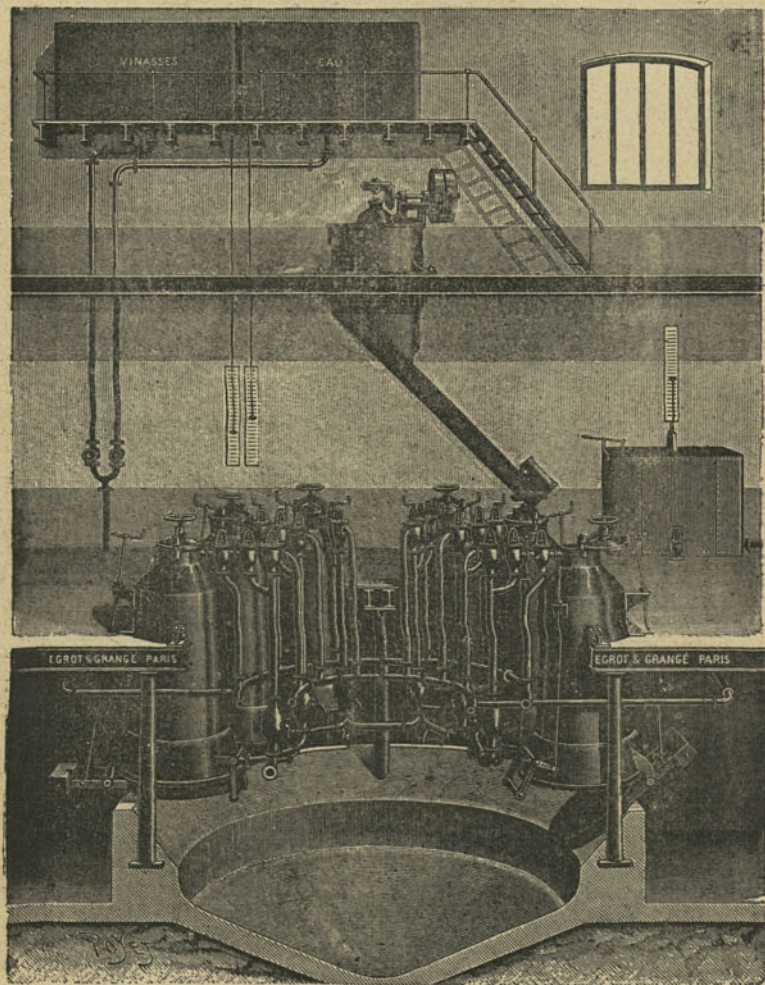


Fig. 18. — Batterie de diffusion.

termédiaire d'un robinet à trois voies, soit avec la partie inférieure de la cuve suivante, soit avec le tuyau d'évacuation des jus. Chaque macérateur peut recevoir par deux canalisations disposées au-dessus de lui des vinasses ou des petits jus. En pleine marche, on fait arriver des vinasses chaudes puis des petits jus sur la dernière cuve. Le jus est poussé vers la tête de la batterie, on ouvre le robinet qui permet de l'évacuer dans le tuyau des jus. On vide la cuve contenant les cossettes épuisées, on remplace ces dernières par des fraîches et ce macérateur devient tête de batterie.

La série des opérations recommence. On obtient par ce procédé un jus plus concentré que la macération simple. Le rendement moyen est de 14 hectolitres de jus par tonne de betteraves.

Quand l'agriculteur travaille plus de 30.000 kilogrammes de betteraves par 24 heures, il a intérêt à extraire le jus par *diffusion*. Il réalise ainsi une économie de main d'œuvre un épuisement bien plus complet des cossettes. De plus les petits jus qui sortent du diffuseur de queue rentrent en travail, si on pousse à l'eau sur ce dernier diffuseur. Cette eau n'est d'ailleurs pas perdue car après égouttage des cossettes, elle est dirigée sur le laveur de racines. Les jus obtenus par la diffusion sont plus denses le rendement moyen étant d'environ 12 hectolitres par tonne de betteraves.

Les diffuseurs sont de vastes cylindres en fonte fermés à leur partie inférieure par un fond mobile (Fig. 18). Ils communiquent entre eux de façon que le jus passant sur l'un d'eux rempli de cossettes fraîches, passe sur tous les autres pendant que le dernier est débarrassé de ses cossettes épuisées. On emploie des diffuseurs de fonte parce que les vinasses acides attaquent la tôle. Généralement les *caloriseurs* ou réchauffeurs employés en sucrerie, sont supprimés. On se contente d'envoyer un jet de vapeur, pour réchauffer

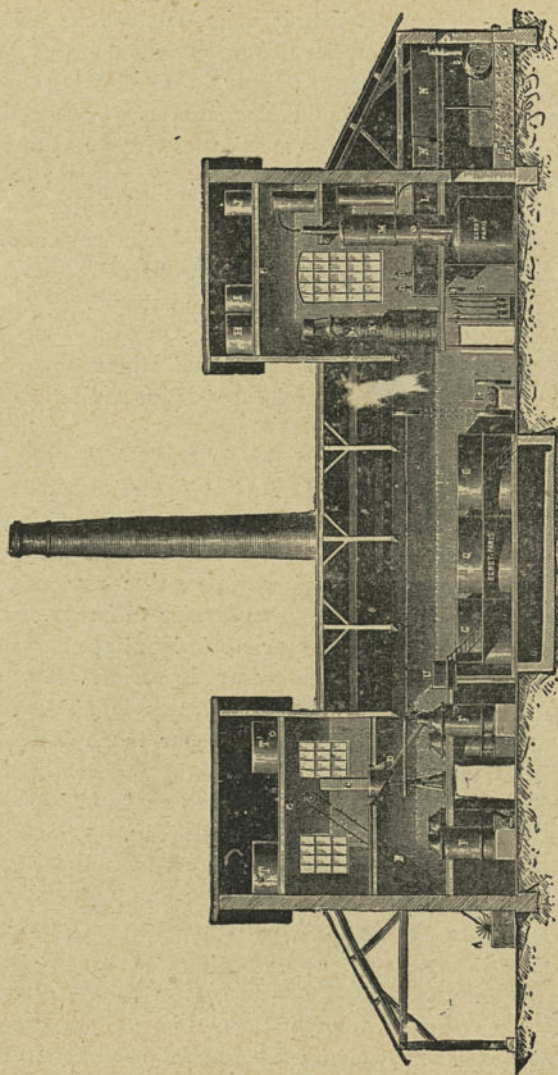


Fig. 49. — Vue d'une distillerie de betteraves, travaillant par diffusion (élévation).

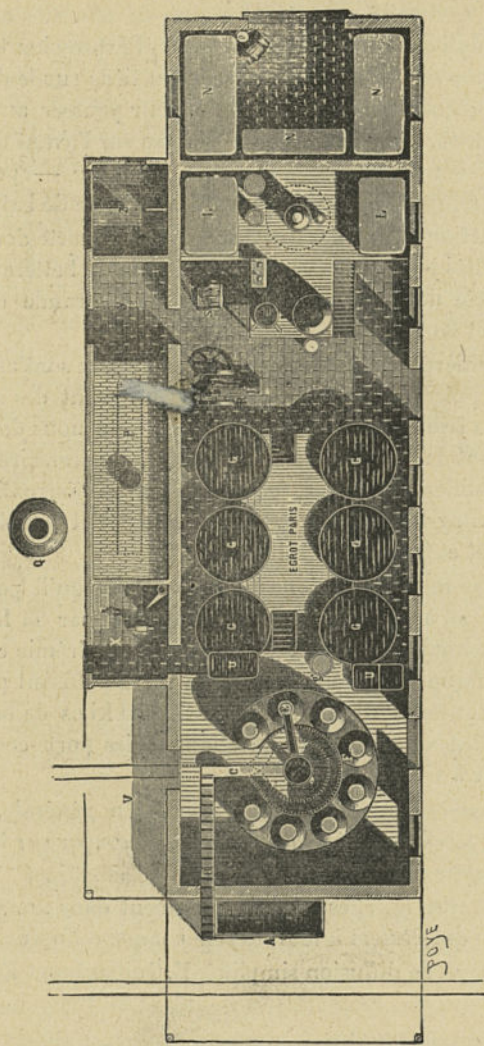


Fig. 20. — Vue d'une distillerie de betteraves, travaillant par diffusion (plan).

la masse. Le 1<sup>er</sup> diffuseur étant rempli de cossettes neuves, on le remplit de jus, on le *mèche* selon l'expression technique et pour cela il faut pousser à l'eau tiède sur le dernier diffuseur ; ensuite il est vidé. Puis pour pousser au bac le jus concentré, on envoie de la vinasse sur l'avant dernier diffuseur — un volume égal à la contenance — pendant que l'on remplit le dernier qui va devenir tête de batterie.

L'extraction du jus des betteraves ne comporte donc pas de difficultés bien sérieuses et la distillerie de betteraves est à la portée de la moyenne comme de la grande culture (Fig. 19 et 20).

Ces dernières années des procédés nouveaux sont apparus destinés, précisément aux cultivateurs dirigeant des exploitations de faible importance. C'est ainsi que nous donnons maintenant la description d'un matériel nécessaire à une petite distillerie agricole, pour un travail journalier de 10.000 kilogrammes de betteraves, matériel établi par MM. Egrot et Grangé et Guillaume : (1).

Le coupe-racines est d'une puissance telle qu'il pourrait travailler 30 à 35.000 kilos de betteraves par 24 heures-s'il fonctionnait sans arrêt. De préférence, sa trémie est disposée de façon à pouvoir recevoir un stock suffisant pour le remplissage entier d'un diffuseur, soit 500 kilos de betteraves. Sa disposition permet de changer les porte-couteaux sans avoir à vider la trémie.

Ce coupe-racines doit être, d'une façon générale, aussi simple et aussi robuste que possible, et couper sur la plus grande partie de sa surface possible.

Les cossettes fraîches produites tombent dans une trémie tournante qui dessert à tour de rôle chaque diffuseur.

La batterie de diffusion simplifiée E. Guillaume et Egrot et

(1) La Nouvelle Distillerie Agricole.

Grange (Fig. 21) ; comprend trois diffuseurs verticaux d'une capacité de 10 hect. chacun. Ces diffuseurs sont légèrement tronconiques, le plus petit diamètre était en haut ; leur diamètre moyen est de 60 centimètres et leur hauteur total de 4 mètres (3 m. 80 de hauteur utile). Leur vidange se fait par en dessous, au moyen d'une commande placée à la portée de l'ouvrier conduisant la batterie de diffusion de façon à éviter l'intervention d'un autre ouvrier sous la batterie pour opérer cette vidange.

Chaque robinet d'air, placé au haut des diffuseurs, débouche dans un entonnoir qui est relié au bac d'attente du jus placé un peu en contre-bas, de façon à y déverser naturellement le peu de jus qui passe en même temps que l'air. Ces robinets d'air restent tant soit peu ouverts pour permettre le dégagement continu des gaz qui peuvent se produire au cours de diffusion.

La robinetterie ne comporte qu'un seul robinet par diffuseur ; ce robinet est triple et il permet d'établir la communication du haut du diffuseur sur lequel il est posé, soit avec le bas du diffuseur précédent pour la circulation, soit avec la conduite collective qui amène les petits jus et la vinasse (ou l'eau au besoin) ; ou bien, il peut encore faire communiquer le bas du diffuseur précédent avec le collecteur qui va aux bacs mesureurs.

Il est muni d'un cadran indicateur portant les désignations suivantes : « vinasse », « circulation », « tirage » et « fermé » entre chacune d'elles.

La conduite unique qui amène les petits jus, la vinasse ou même l'eau à chacun de ces trois robinets, communique elle-même avec un robinet triple unique placé contre le mur et bien à la main d'un cadran portant les indications : « petit jus », « vinasse », « eau » et « fermé ».

Lorsque l'un des robinets triples placés entre chaque diffuseur établit la communication du haut de l'un d'eux avec

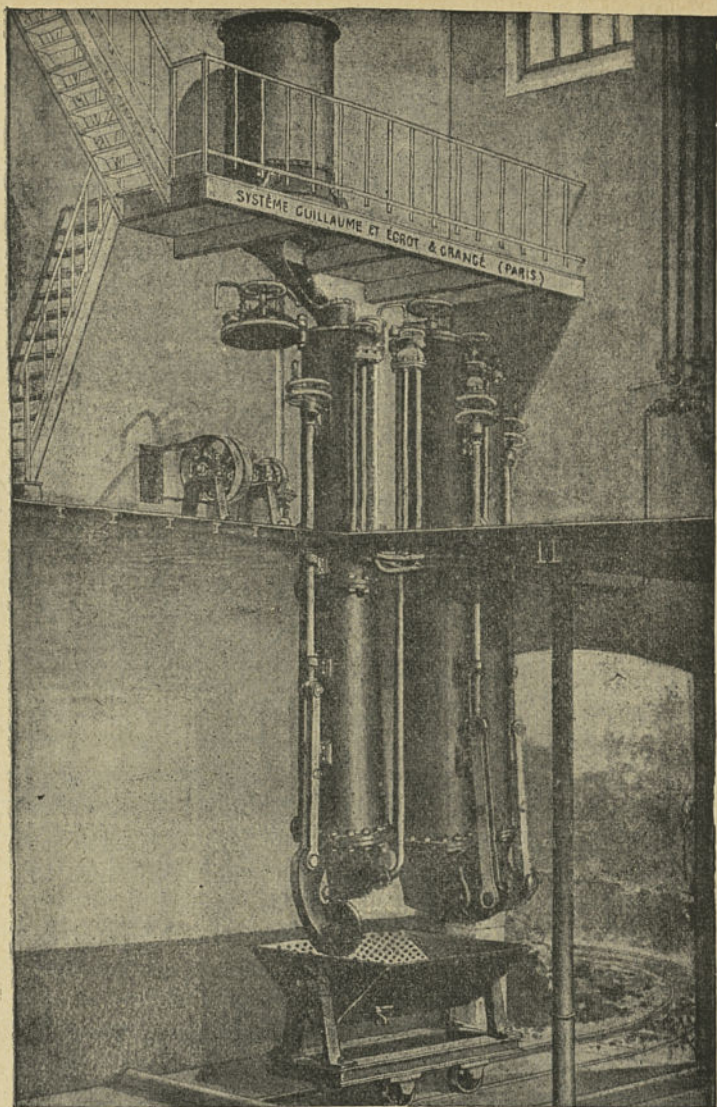


Fig. 21. — Vue d'ensemble de la diffusion simplifiée, système GUILLAUME, EGROT et GRANGÉ, pour petites distilleries agricoles de betteraves.  
IRIS - LILLIAD - Université Lille 1



la vinasse (suivant les indications du cadran indicateur placé sur chacun de ces robinets triples), il arrivera en tête du diffuseur, soit du petit jus, soit de la vinasse, soit même de l'eau, suivant que le robinet de tête qui dessert cette conduite aura lui-même son aiguille tournée vers l'inscription « petit jus », « vinasse » ou « eau ».

A la sortie de ce dernier robinet, et sur la conduite unique allant à la diffusion dont il vient d'être parlé, est placé un petit injecteur de vapeur pour pouvoir à volonté chauffer soit le petit jus, soit la vinasse ou même l'eau, à la température voulue avant leur entrée dans les diffuseurs. A cet effet, un thermomètre à graduation bien visible ou un thalpotasimètre, est posé sur cette conduite à l'endroit le plus commode pour la vue et en un point situé entre l'injecteur et la batterie de diffusion.

De façon à simplifier le mécanisme, et aussi dans le but de gagner du temps, on a supprimé la vidange séparée des petits jus des diffuseurs.

Dès que le tirage au bac du diffuseur de tête est achevé, le diffuseur de queue est vidé entièrement par en dessous (petit jus de cossettes épuisées en même temps), dans un wagonnet à double fond, le fond intérieur étant perforé. La pulpe stationne dans ce wagonnet, le temps nécessaire pour que le petit jus s'égoutte à travers le double fond perforé, pour aller à la pompe qui l'élève de suite dans un cuvier en bois placé à une hauteur qui le mette suffisamment en charge sur la diffusion.

La surface de filtration du petit jus dans le wagonnet est beaucoup plus grande que celle des fonds des diffuseurs ; en outre, la couche de cossettes à traverser par le jus est moindre que dans ces derniers ; par conséquent l'égouttage se fera plus facilement. Du reste, entre la vidange d'un diffuseur et celle du suivant, il se passe un tel laps de temps (1 h. 40'), qu'on pourra toujours prolonger l'égouttage plus longtemps qu'il n'est nécessaire.

Grâce à ce dispositif, on ne perd pas de temps à la batterie de diffusion ; car, dès que le tirage du bac du diffuseur de tête est achevé, il suffit de quelques minutes (4' à 5' au maximum) pour ouvrir le diffuseur de queue, le vider, le laver, en refermer le fond, en un mot le rendre prêt à recevoir immédiatement une nouvelle charge de cossettes fraîches.

Ne pas perdre de vue que le petit jus est à une température d'au moins 70° et que tout le jus vert — à la composition duquel il concourt — est ensuite efficacement stérilisé.

Les trois diffuseurs sont ainsi toujours en travail. Le wagonnet à double fond a sa partie supérieure très large, pour bien recevoir jus et vinasse, et il est peu profond. C'est, bien entendu, le même wagonnet qui sert à transporter la pulpe égouttée au silo.

D'après cela, voici comment est réglé le travail :

Le coupe-racines débite une quantité telle que l'emplissage entier du diffuseur se fasse en 25 minutes environ. Dès que le premier cinquième du diffuseur est près d'être rempli, on mèche cette première partie en faisant arriver le jus du bas du diffuseur précédent par le haut du diffuseur en emplissage, comme il vient d'être dit, de façon à ce que le premier cinquième du fond soit rempli et méché dans un espace d'environ 5 minutes.

Pendant ce temps, le coupage continue, de manière qu'après un second espace de 5 minutes, le deuxième cinquième du diffuseur soit rempli et méché de la même façon, il en est de même pour les troisième, quatrième et cinquième parties, de telle sorte qu'au bout de 25 minutes environ, le diffuseur entier est rempli et méché. On le ferme alors, et l'arrivée de jus venant du bas du diffuseur précédent reste ouverte et en charge sur le haut de ce nouveau diffuseur. Il reste encore alors 40 minutes pour que la durée de 70 minutes attribuée pour chaque diffuseur soit écoulée, et, si le diffuseur a reçu 500 kilos de cossettes fraîches,

d'une part par le méchage, lui a donné en même temps d'autre part environ 500 litres de jus en 25 minutes, soit environ 100 litres toutes les 5 minutes, d'après le fractionnement qui vient d'être indiqué.

Comme nous avons admis que nous tirons au bac à raison de 160 litres de jus par 100 kilogr. de betteraves, il faut passer au bac pendant les 40 minutes qui restent pour que les 70 minutes soient écoulées, 1 litre  $6 \times 500 = 800$  litres de jus frais.

Pour faire ce tirage, nous continuons à fractionner chaque diffuseur, comme précédemment, et nous tirerons ainsi le cinquième de 800 litres, soit 160 litres toutes les 8 minutes, ou, ce qui revient au même, tout en étant plus simple et plus régulier, 100 litres toutes les 5 minutes ; ceci déterminé, un déplacement correspondant de 100 litres toutes les 5 minutes dans l'intérieur de tous les diffuseurs, déplacement qui est égal on volume et en durée à celui qui s'est produit par le méchage pendant la période de remplissage.

Au moyen de cette division du travail, on voit que le *stationnement du jus* dans chaque diffuseur est bien fractionné *comme si chaque tranche représentait un diffuseur isolé*, et que chaque fractionnement de jus se trouve bien en contact avec chacune des tranches successives de cossettes *pendant un même temps* pour lui permettre d'établir l'équilibre entre sa richesse et celle de la cossette.

La dose d'acide par diffuseur est également répartie en 5 fractions sensiblement égales qui sont mises à chaque fractionnement correspondant de l'emplissage des diffuseurs. On comprend aisément les avantages de cette façon de procéder qui permet d'obtenir un bon épuisement des cossettes et une densité relativement élevée pour les jus frais, avec un nombre très restreint de diffuseurs.

### Saccharification de l'amidon des grains

La saccharification des grains est l'opération qui a pour but de convertir l'amidon qu'ils contiennent en glucose fermentescible. Cette transformation s'obtient :

1° Par l'action d'un principe actif naturel, la *diastase*, contenu en grande abondance dans le malt ou orge germée, desséchée et privée de ses radicules ;

2° Par l'action des acides, soit à l'air libre, soit en vase clos. Ce dernier mode de saccharification peut être avantageusement employé quand le fabricant d'alcool peut se procurer des grains à très bon compte, la différence de prix compense la vente ou l'utilisation des drèches.

SACCHARIFICATION DES GRAINS PAR LES ACIDES. — Cette opération peut se faire à la pression atmosphérique, dans de grandes cuves en bois solidement établies dont la capacité varie de 200 à 800 hectolitres. Chacune d'elle est munie d'un couvercle portant un large tuyau pour le départ des gaz ; un serpentín de vapeur s'engage dans la cuve. On remplit celle-ci d'eau tiède que l'on chauffe à l'ébullition après avoir ajouté l'acide. Les grains concassés au préalable sont versés progressivement dans l'eau acidulée bouillante. L'opération dure sept à huit heures ; on s'assure qu'elle est terminée par un essai à l'iode. Ce métalloïde colore l'amidon en bleu, la dextrine en rouge et ne communique aucune coloration au glucose. Lorsque la solution d'iode ne colore plus une prise d'essai ni en bleu, ni en rouge, l'opération est terminée. Voici la proportion des matières employées ;

|                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| Eau.....          | 1 hectolitre.   |
| Acide sulfurique. | 1 kilogramme.   |
| Grains.....       | 20 kilogrammes. |

L'acide sulfurique peut être remplacé par 2 kilos d'acide chlorhydrique.

Un procédé de saccharification beaucoup plus rapide que celui que nous venons de décrire consiste à opérer sous pression, selon la méthode *Krüger et Colani*. L'appareil comporte une chaudière en cuivre garnie d'un double fond perforé destiné à maintenir les grains que l'on introduit par un trou d'homme placé à la partie supérieure.

Sous le faux fond, vient aboutir un serpentín de vapeur. Un tuyau spécial apporte l'acide ; le moût peut être évacué par une canalisation partant de la partie inférieure de l'appareil (Fig. 22).

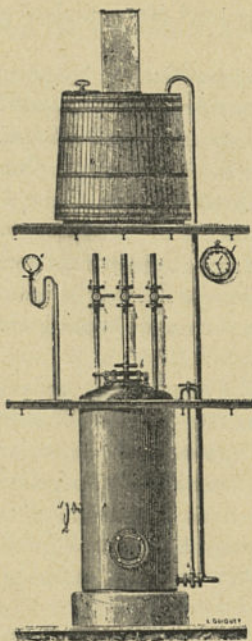
L'autoclave reçoit d'abord l'eau, puis l'acide et progressivement les grains. On porte à l'ébullition et quand tout l'air contenu dans l'appareil est chassé, on monte en pression. Une heure ou deux après, l'opération est terminée. La pression qui existe dans l'appareil suffit à faire monter le moût dans un bac placé à la partie supérieure.

Les proportions de matières sont les suivantes ;

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| Eau.....              | 1 hectolitre. |
| Acide chlorhydrique.. | 2 kg. 5.      |
| ou Acide sulfurique.. | 4 kg. 25.     |
| Grains . . . . .      | 60 kilgr.     |

On réalise par ce procédé une triple économie d'eau d'acide, de temps.

La maison *Warein et Defrance* construit un *cuisseur-saccharificateur* horizontal qui fonctionne de la façon suivante. Pour 100 kilogrammes de maïs à traiter, on verse dans l'appareil 250 litres d'eau chaude ; on ouvre les robinets de vapeur qui permettent de porter l'eau à l'ébullition, on fait fonctionner l'agitateur à bras horizontal qui se trouve suivant l'axe de l'appareil, puis on introduit le



*Légende de la Figure 22. — Appareil de MM. Colani et Kruger.*

Cylindre en cuivre rouge, solidement construit, contenant son double fond perforé.

Trou d'homme servant à charger les grains.

Trou d'homme pour introduire le double fond.

Eprouvette servant à suivre le travail, par la prise d'échantillons de sirop à différentes phases de l'opération.

Manomètre indiquant la pression intérieure de l'appareil.

Horloge pour observer la durée de l'opération.

Cuve en bois, munie d'une cheminée, servant à vider le contenu du saccharificateur, aussitôt la saccharification terminée.

Robinet d'arrivée d'eau acidulée.

Robinet d'arrivée de vapeur pour le chauffage.

Robinet pour purger l'air contenu dans le cylindre.

Robinet de vidange, communiquant à la cuve supérieure.

grain. Après une demi-heure d'ébullition on ferme le robinet d'air et on monte en pression à trois atmosphères. La pression est maintenue pendant deux heures. Au bout de ce temps, l'amidon est transformé en empois, c'est alors que l'on verse lentement l'acide chlorhydrique à raison de 3 à 5 0/0 du poids de maïs. La saccharification dure environ 25 minutes. Avec ce procédé, on peut obtenir jusqu'à 32 litres d'alcool à 90° par 100 kilogrammes de maïs.

Lorsque la saccharification par les acides est reconnue terminée, on sature l'excès de ces derniers par le carbonate de chaux à la dose moyenne de 3 kilogrammes pour 100 kilogrammes de grains saccharifiés, en laissant subsister une acidité moyenne de 2 grammes à 2 gr. 5 d'acide sulfurique par litre de moût.

SACCHARIFICATION DES GRAINS PAR LE MALT. — Le malt s'emploie *vert*, c'est-à-dire tel qu'il est au sortir du germe ou *sec*, après touraillage. Dans le malt vert, la diastase est plus active, de plus, son emploi est plus économique puisqu'il supprime le touraillage; mais le malt vert ne se conserve pas et il faut le préparer au fur et à mesure des besoins. Au lieu d'employer le malt on emploie parfois le seigle malté ou le blé, comme en Belgique. Quoi qu'il en soit on mélange toujours aux grains germés une notable proportion de grains non germés, *crus*, qui apportent l'amidon qui sera saccharifié par l'excès de diastase contenu dans les grains *cuits*.

En Belgique on travaille sur un mélange de seigle cru et de malt, dans des macérateurs à double-fond. Les grains y sont brassés avec une petite quantité d'eau par des agitateurs fixés sur un arbre horizontal, puis on ajoute des vinasses chaudes à 60° au bout d'un quart d'heure de repos; on malaxe jusqu'à la fin de l'opération. Après quoi on refroidit.

En Autriche on opère sur un mélange à parties égales de

seigle, de maïs, de malt. Dans une cuve munie d'un agitateur et d'un serpent de vapeur, on fait cuire le maïs avec sept ou huit fois son poids d'eau pendant une heure à 100°, On laisse la masse se refroidir à la température de 65° la plus favorable à l'action de la diastase et on ajoute le malt et le seigle concassés. On obtient ainsi une pâte qui se liquéfie peu à peu en même temps que la saccharification se produit.

Les Allemands emploient un mélange de maïs et de malt d'orge ou de seigle dans lequel la proportion de maïs est très considérable.

Quels que soient les grains employés, le moût se trouve toujours à une température voisine de 60° quand la saccharification se termine ; il faut l'amener à 25° avant de le soumettre à la fermentation. Ceci se fait dans des réfrigérants circulaires : grands bacs plats dans lesquels on étale la masse pâteuse en couche de 12 à 15 cm. ; au-dessous se trouve un faux-fond dans lequel circule un courant d'eau froide ; un arbre central portant des bras horizontaux munis de palettes qui malaxe la masse, tourne constamment pendant qu'un ventilateur renouvelle énergiquement l'air au-dessus du bac. La réfrigération peut aussi se faire au moyen de réfrigérants verticaux à tubes ou à tôle ondulée comme les types Bandelot, Lawrence, Müntz et Rousseaux (Fig. 23) Houdart, Egrot et Grangé, etc..

A titre indicatif, voici les quantités approximatives d'alcool fournies par 100 kilogrammes de grains de :

|              |            |
|--------------|------------|
| Avoine.....  | 22 litres. |
| Orge.....    | 27 —       |
| Maïs.....    | 34 —       |
| Seigle.....  | 28 —       |
| Froment..... | 32 —       |
| Riz.....     | 36 —       |



SACCHARIFICATION ET FERMENTATION AU MOYEN DE L'AMYLOMYCES ROUXII. — A côté de ces deux grands procédés classiques de saccharification des grains par le malt ou par les acides, il en existe un récent qui paraît devoir

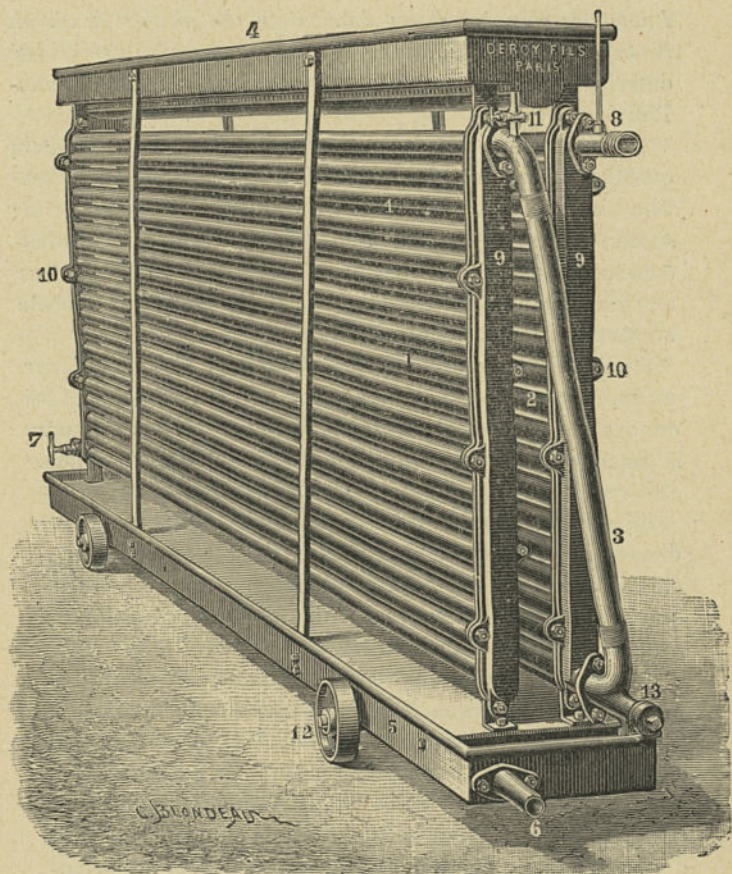


Fig. 23. — Réfrigérant système Muntz et Rousseau.

fournir d'excellents résultats et que nous ne devons pas passer sous silence. Nous voulons parler du procédé de saccharification au moyen de l'*Amylomyces Rouxii* de la levure *lomyces* chinoise.

Dès 1892 le docteur Calmette dans un mémoire intitulée : *La levure chinoise et la fabrication des alcools de riz en Extrême-Orient*, étudiait cette moisissure qu'il avait isolé de la levure chinoise et à laquelle il donnait le nom d'*Amy-Rouxii*.

Quelques chimistes se sont occupés très activement de la question de savoir si le procédé était susceptible d'application industrielle. Leurs efforts ont été couronnés de succès. MM. Auguste Collette et Auguste Boidin ont installé une usine à Séclin (ou plutôt ont transformé leur ancienne usine), où ils appliquent ce nouveau procédé de saccharification et de fermentation.

Le travail de l'*Amylomyces* est double. Ensemencé sur un moût amylicé il commence par agir sur l'amidon et les dextrines s'il y en a et les transforme en glucose. Lorsque la saccharification est complète, la fermentation commence et il y a production d'alcool, d'acide carbonique, etc.

Le procédé Collette et Boidin comporte plusieurs phases d'exécution que nous allons décrire. Il est basé sur la saccharification et la fermentation directes, en milieu aseptique par les muscédinées saccharifiantes, agissant seules, ou associées à certaines races de levures.

En raison de ce fait que l'*amylomyces Rouxii* ne saccharifie complètement que l'amidon parfaitement fluidifié, il faut opérer la *solubilisation du moût*. Cette opération peut s'effectuer de quatre façons différentes : par addition de un à deux millièmes d'un acide minéral ou organique ; par adjonction de 1 0/0 de malt ; à l'aide d'un malaxage et d'une circulation énergique, dans un malaxeur qui communique avec la cuve de fermentation ; par addition de

cultures de mucédinées saccharifiantes ou d'une solution de leurs diastases.

Les grains sont donc soumis à la cuisson comme dans le travail par le malt. Le lait obtenu est envoyé dans une cuve-matière munie d'un agitateur puissant. On élève la température à 60° et l'on ajoute la substance destinée à opérer la fluidification (acide, malt, diastases de mucédinées, etc.).

Le moût obtenu est alors stérilisé, pour cela il est expédié dans un autoclave où il est porté à la température de 120° pendant le temps nécessaire pour assurer la destruction de tous les microorganismes qu'il contient. Le moût stérilisé est introduit dans les cuves de fermentation, hermétiquement fermées munies d'agitateurs, de conduites d'introduction d'air stérile, de vapeur d'eau de réfrigération, d'évacuation de l'acide carbonique. Le moût y arrive stérilisé, il est maintenu à l'ébullition au moyen d'un serpentín de vapeur pendant la durée du remplissage. Quand ce dernier est terminé, on fait barbotter de l'air stérile au lieu de vapeur, on réfrigère extérieurement au moyen d'un courant d'eau froide. Lorsque la masse est à 35° environ, on ensemece avec l'amylomyces Rouxii et une levure. On aère et on agite. L'addition de levure a pour but de diminuer la durée de saccharification et de fermentation qui serait de 6 à 7 jours pour un moût à 12 kg. 50 de maïs par hectolitre si l'amylomyces Rouxii était employé seul. La durée totale de saccharification et de fermentation dans ces conditions est seulement de 6 à 7 jours.

Le brevet pris par MM. Collette et Boidin énumère les avantages du procédé sur le travail ordinaire par malt :

1° La fabrication des levains est supprimée; la perte résultant de la production de l'acide lactique est donc supprimée également, ainsi que celle due à la présence d'amidon non saccharifié dans ledit levain;

2° Suppression totale ou presque totale des frais de fabri-

cation du malt et des pertes en amidon occasionnées par la germination et les micro-organismes qui pullulent à la surface du malt ;

3° Il résulte de ce que les muscédinées employées sécrètent des diastases saccharifiantes, que l'on peut opérer en l'absence de tout ferment étranger et supprimer ainsi toutes les fermentations secondaires.

4° La muscédinée qui se reproduit en grande quantité, fixe sur elle-même une portion des matériaux solubles contenus dans le moût et notamment de l'azote (certaines muscédinées contiennent 45 0/0 de leur poids sec de matière azotée). C'est ainsi qu'on arrive à augmenter le poids et la qualité des résidus insolubles par l'absorption des produits tenus en solution.

5° La muscédinée rend la filtration très facile, parce qu'elle attaque et transforme les matières gommeuses, et parce que les tubes mycéliens qu'elle émet et qui s'enchevêtrent constituent une sorte de matière feutrée aidant à la filtration. Quant aux avantages que le procédé possède sur le travail par les acides, ils résident surtout en une économie d'acide puisque les quantités employées sont très faibles, en une suppression des caramélisations, en la conservation des propriétés comestibles des drèches.

Ce mode de travail a permis de réaliser des rendements supérieurs à tous ceux obtenus jusqu'alors avec les anciennes méthodes. Avec du maïs ordinaire à 60 0/0 d'amidon on obtient 38 à 40 litres d'alcool à 100° par 100 kgs de grains, tandis que par la saccharification à l'aide du malt, avec 90 kilog. de maïs et 10 kilog. de malt on n'obtient que 34 à 35 litres d'alcool à 100°.

### Saccharification de la Fécule de pommes de terre

La distillerie de pommes de terre est une industrie d'origine allemande ; elle s'est fort peu développée en France où nous ne comptons que quelques usines. Cependant le développement de cette industrie rendrait service à notre agriculture car, avec la distillerie de betteraves et la féculerie c'est le type de l'industrie agricole proprement dite. Son extension est lente à cause de quelques difficultés : la pomme de terre ne se transporte pas facilement étant donné qu'elle ne peut supporter les frais de charroi ; les drèches obtenues sont très aqueuses et très abondantes ; or, comme un bœuf ne peut guère en consommer que 40 à 50 litres, il faut, pour un travail journalier, de 30.000 kilogrammes de tubercules, un cheptel vivant d'environ 100 bêtes à cornes.

Le distillateur a toujours intérêt, aussi bien que le féculier, à connaître exactement la teneur en fécule des tubercules qu'il travaille. D'autre part, les transactions entre producteurs et féculiers ou distillateurs sont grandement simplifiées quand elles peuvent s'établir sur des bases certaines et dans des conditions équitables.

M. Lindet, le distingué professeur de l'Institut National Agronomique, a présenté à la Société Nationale d'Agriculture, le 20 février 1901 un nouveau féculomètre inventé par MM. Joulin et Truchon, chimistes au Laboratoire municipal de Paris. Il est basé, comme ses devanciers, sur le principe d'Archimède, mais qui présente cette particularité d'utiliser pour son bon fonctionnement, la capillarité, qui avait été écartée avec soin des appareils déjà connus.

Le féculomètre Joulin et Truchon se compose :

1° D'un cylindre en métal muni d'un régulateur spécial

qui donne à l'écoulement de l'eau une précision rigoureuse ; à l'intérieur de ce cylindre se place un panier destiné à contenir les pommes de terre ;

2° D'un ballon portant sur le col une graduation spéciale à l'aide de laquelle on évalue directement par une simple lecture la richesse en fécule dans les limites comprises entre 12 et 25 0/0. L'opération demande 10 minutes environ.

Elle comporte 3 phases qui sont :

1° *Echantillonnage des pommes de terre.* — Prélever une certaine quantité de pommes de terre représentant la composition moyenne du lot (1).

2° *Mise au zéro.* — L'appareil étant placé sur le support descendre le panier jusqu'au fond.

Verser de l'eau jusqu'à ce que le liquide s'écoule par le robinet.

Ajoutons qu'il résulte du grand nombre d'expériences comparatives faites à l'aide de l'appareil d'une part, et du dosage chimique d'autre part, que le maximum d'écart qui existe entre les deux résultats est égal à 0,70 0/0. D'ailleurs les membres de la Chambre syndicale des féculiers ont adopté cet appareil pour toutes leurs transactions.

Nous arrivons maintenant à la pratique de la saccharification des pommes de terre.

Les pommes de terre sont nettoyées dans des laveurs à bras identiques à ceux que nous avons décrits pour le lavage des betteraves. Les tubercules sont alors soumis à une cuisson en autoclave, à 125°. Les *cuisseurs* employés ont la forme d'un cylindre, terminé par un cône. La vapeur y arrive par un robinet placé à la partie inférieure, traverse toute la masse en se répartissant dans toute la masse et peut s'échapper par une soupape de sûreté (Fig. 24). Un mano-

(1) Ces pommes de terre doivent être parfaitement lavées, puis essuyées avec un linge propre.

mètre indique la pression qui existe à l'intérieur du cuiseur et au moyen d'une table de concordance, on peut en déduire la température à laquelle on travaille. La vidange

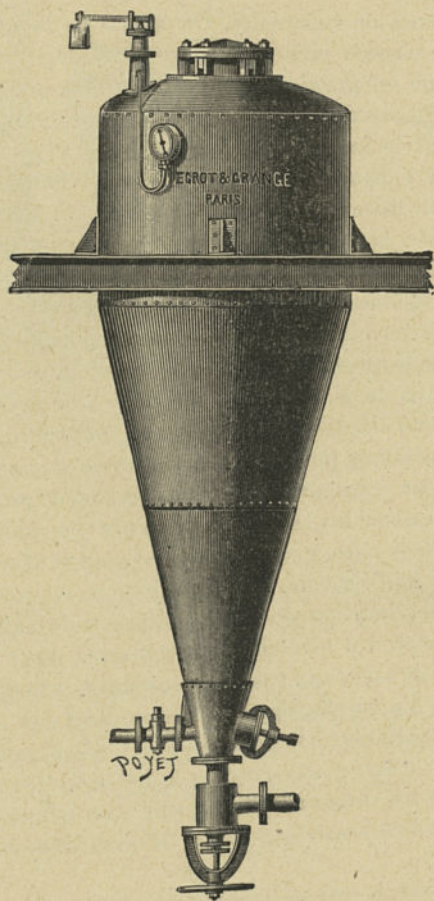


Fig. 24. — Cuiseur.

des tubercules cuits s'opère au moyen d'une large soupape placée à la partie inférieure. Les pommes de terre sont introduites par le trou d'homme disposé à la partie supérieure de l'appareil ; ce dernier peut contenir environ 1.500 kilogrammes de tubercules. On envoie de la vapeur, l'air se trouve chassé, puis on charge la soupape à 2 kg. 5 et l'on monte en pression jusqu'à 2 kg. 5 de pression, c'est-à-dire 125° à 130° de température. Les pommes de terre descendent le long des parois inclinées et remontent au centre de l'appareil ; les 75 0/0 d'eau contenus dans la pomme de terre sont suffisants pour transformer l'amidon en empois ; la cuisson est régulière puisque la masse est constamment agitée surtout si on travaille à *soupape soufflante*. L'opération dure environ une heure et demie ; lorsqu'elle est terminée on ouvre la soupape inférieure, la pomme de terre est poussée par la pression, se lamine entre les barreaux de la grille qui occupe le fond de l'appareil et vient tomber dans la *cuve matière* ou *macérateur* (Fig. 25).

Le macérateur porte sur son couvercle une cheminée en tôle avec un éjecteur de vapeur. Le moût provenant du cuiseur tombe dans la cuve matière par cet exhausteur et y subit l'action réfrigérante d'un violent appel d'air provoqué par le jeu de l'éjecteur. La cuve-matière est constituée par une cuve cylindrique en tôle à l'intérieur de laquelle tourne un agitateur. Un serpentín à circulation d'eau fraîche ou une série de faisceaux tubulaires produisent la réfrigération du moût. La saccharification proprement dite s'effectue à l'aide du *malt vert*. On opère à 65° à l'aide d'un lait de malt formé de 75 kg. d'orge germée et 200 litres d'eau (1) et préparé dans un *entonnoir à malt* relié à un triturateur centrifuge appelé *dépeleur* qui aspire le malt dilué pour le ren-

(1) A raison de cinq kilogrammes de malt pour 100 kilogrammes de pommes de terre.



voyer à nouveau dans l'entonnoir jusqu'à ce que le mélange soit parfaitement homogène ; une tuyauterie permet ensuite de l'envoyer au macérateur.

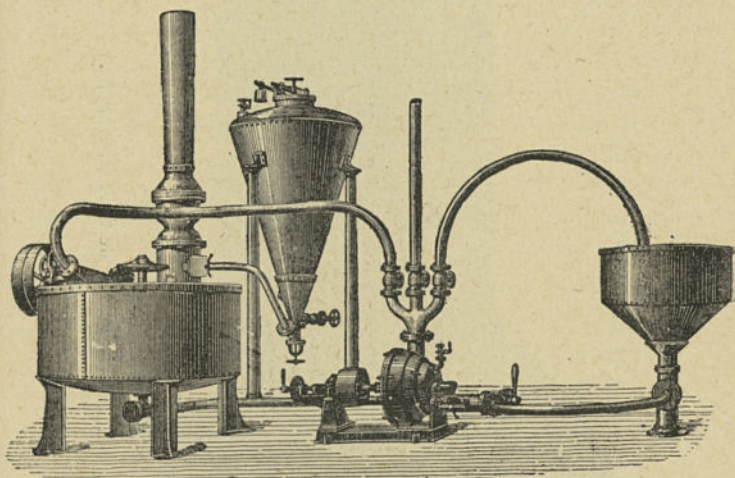


Fig. 25. — Cuisneur, macérateur, dépeleur, entonnoir à malt pour le travail des pommes de terre et des grains par le malt vert.

Le dépeleur se monte aussi en conjugaison avec la cuve-matière, il joue alors le rôle d'agitateur et de broyeur, puisant la masse à la partie inférieure de la cuve et la rejetant à la partie supérieure.

L'opération dure environ  $3/4$  d'heure.

La masse saccharifiée est ensuite refroidie dans un réfrigérant à ruissellement et à circulation intérieure des mûts, avant d'être mise en fermentation (Fig. 26-27).

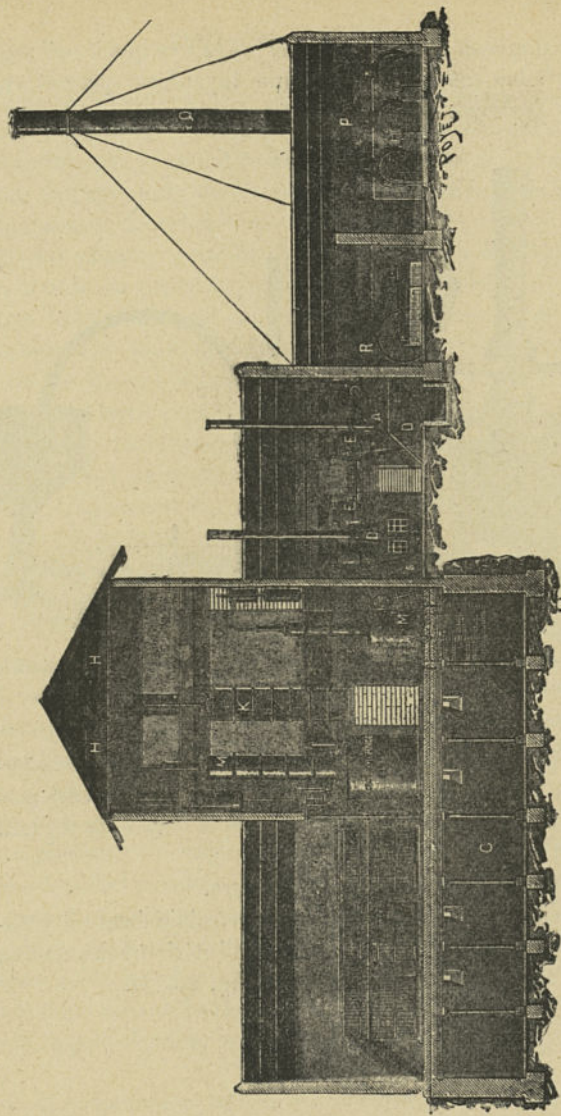


Fig. 26. — Distillerie de grains ou de pommes de terre (Elevation).

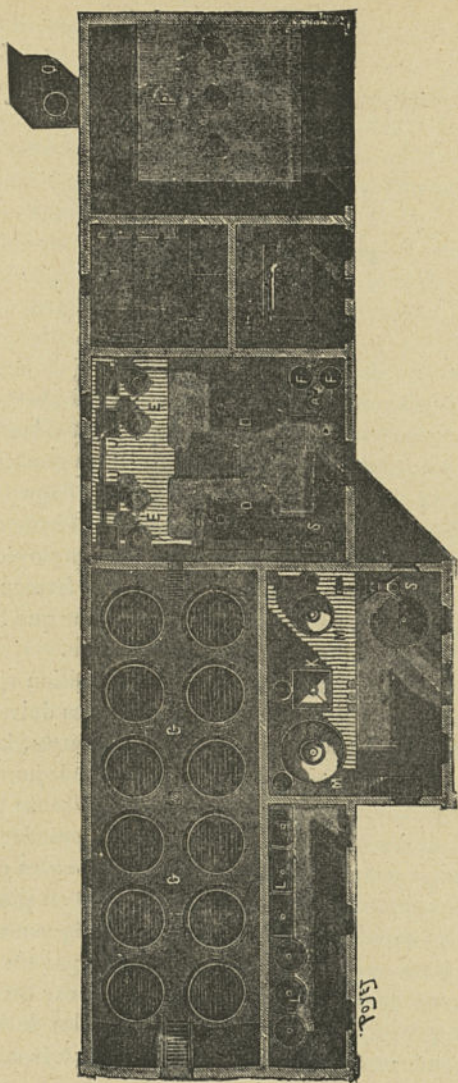


Fig. 27. — Distillerie de grains ou de pommes de terre (Coupe).

## CHAPITRE II

### FERMENTATION

Avant d'entrer dans le détail des conditions de fermentation que doivent subir les différents moûts dont nous avons examiné la préparation dans le chapitre précédent, nous donnerons à nos lecteurs quelques indications générales sur l'établissement et l'organisation des locaux dans lesquels doivent s'effectuer ces procédés industriels de fermentation.

L'installation des cuveries, expression employée pour désigner le local où sont placées les cuves à fermentation, exige certains soins, certaines conditions pour que l'opération puisse s'y faire d'une manière convenable.

Le local doit être construit dans une exposition spéciale, Est et Ouest autant que possible, les murailles doivent être très épaisses, les portes petites et peu nombreuses, les fenêtres étroites et juste assez grande pour donner le jour nécessaire au travail. L'élévation du plafond suffisante pour le maniement des cuves, en un mot, on doit prendre toutes les précautions pour éviter les courants d'air et les changements de température. Le sol doit être dallé en pierres ou en briques de manière à pouvoir être lavé fréquemment. Il faut éviter les mauvaises odeurs développées par un sol qui s'imprégnerait de matières fermentescibles, car on verrait bien vite se produire des germes innombrables de fermentations secondaires et putrides qui seraient très nuisibles

à la marche régulière d'une fermentation qui ne doit être qu'alcoolique.

Pour éviter les changements de température soit en chaud soit en froid, il est même prudent de remblayer les murs à 1<sup>m</sup>50 à 2 mètres avec de la terre gazonnée, on a alors une sorte de cave élevée dont la température est peu sujette aux influences extérieures.

La facilité de lavage du sol de l'étuve doit être combinée avec le plus grand soin pour plusieurs raisons : la première, la propreté ; la seconde, l'écoulement facile du gaz acide carbonique qui s'y accumule en grande abondance.

Le gaz acide carbonique, comme nous l'avons vu, est la conséquence de l'acte de la fermentation, il est irrespirable ; les êtres vivants ne peuvent y séjourner sans périr rapidement par asphyxie, c'est un produit dangereux dont on doit éviter la trop grande accumulation dans les cuveries. L'acide carbonique on le sait, est plus lourd que l'air, il se tient toujours à la surface du sol, ce qui rend l'opération de son expulsion d'autant plus facile. Une simple ventilation basse suffit pour l'entraîner ; mais ce mode exige quelques précautions ; il ne faut pas faire arriver de l'air froid qui aurait pour inconvénient d'abaisser la température du local.

Pour ce qui est du chauffage des cuveries, il peut s'opérer, soit au moyen de poêles en fonte, soit en y faisant passer, ce qui est plus économique, la fumée de la machine à vapeur. Pour cela on dispose de longs tuyaux de tôle qui traversent le local d'un bout à l'autre. Il n'est pas besoin d'une température trop élevée, car dès que les cuves sont en fermentation, elles entretiennent la température rien que par la chaleur qu'elles dégagent. Il faut pouvoir chauffer à volonté pour avoir une température aussi régulière que possible, variant de 22 à 25° ; il est inutile et même nuisible de la pousser plus loin. Dans quelques usines, en hiver, on

emploie la vapeur d'échappement des machines pour chauffer les locaux de fermentation.

Nous insistons sur tous ces petits détails relatifs aux cuveries, parce que plus loin on verra l'importance pour la régularité du travail et son rendement aussi complet que possible.

Pour ce qui est des cuves à fermentation, leur mode de construction n'est pas indifférent ; elles doivent être en bois très fort de 4 à 5 centimètres d'épaisseur, selon qu'elle sont de 20 à 30 hectolitres et au-delà, l'essence du bois doit être soit du chêne, soit du sapin qui est plus économique d'établissement, mais de peu de durée ; le chêne est ce qu'il y a de mieux. Elles doivent avoir la forme d'un tronc de cône, c'est-à-dire que le bas doit être plus large que le haut, elles doivent être rondes, car c'est la forme la plus commode à entretenir propre, point de la plus haute importance. Cette forme, du reste, est plus favorable à entretenir une chaleur régulière, la forme carrée présentant des angles où la masse liquide est moins épaisse et plus sujette au refroidissement. L'industrie emploie maintenant des cuves en tôle très avantageuses surtout en ce qui concerne le nettoyage.

Les cuves doivent être disposées sur des massifs de maçonnerie à une certaine élévation du sol, de 25 à 30 centimètres, l'air doit pouvoir circuler sous les fonds pour en éviter la pourriture, faciliter le nettoyage et les réparations. Elles doivent être munies d'un robinet placé à la partie inférieure permettant le nettoyage parfait de la cuve et l'expulsion des dépôts.

### **Fermentation du jus de betterave**

La fermentation peut se faire par deux procédés, l'un procédant par « pieds de cuve » dont l'origine est la levure

pressée du commerce ; l'autre procède par levains purs préparés d'une façon continue que l'on ajoute à chaque cuve à mettre en fermentation ; cette méthode plus récente, tient compte des conditions de fermentation.

Dans l'ancien procédé on introduit une petite quantité de liquide fermentescible au fond d'une cuve, on y ajoute 25 kilogrammes de levure pour 100 hectolitres de moût, on agite énergiquement et quand la fermentation de ce pied de cuve est bien établie, on ajoute peu à peu du moût jusqu'à ce que la cuve soit remplie. La fermentation dure environ 20 heures. Avant qu'elle ne soit terminée, quand elle est très active, on la vide en partie dans une ou deux cuves, de façon à répartir le liquide qu'elle contenait en deux ou trois cuves dans lesquelles on fait arriver du moût et on laisse la fermentation s'achever dans la première, tandis qu'on opère sur la deuxième et sur la troisième comme on a opéré pour la première. Ainsi la levure d'une cuve sert à mettre en fermentation un certain nombre d'autres. Toutefois, comme les ferments deviennent de moins en moins actifs à mesure qu'ils viennent de plus en plus impurs et que les fermentations secondaires s'établissent, il faut remplacer plusieurs fois la levure au cours d'une campagne.

Le second procédé donne des résultats beaucoup plus certains ; les produits obtenus sont beaucoup plus purs.

PROCÉDÉ GUILLAUME. — Nous devons tout d'abord signaler le mode de fermentation employé dans les petites usines ne travaillant que 10.000 kilogrammes de racines par vingt-quatre heures à l'aide du nouveau matériel établi par MM. Egrot et Grangé sur les indications de M. Guillaume. La fermentation, dit ce dernier auteur (1), se fait à levure pure, et d'après une installation toute spéciale comprenant (Fig. 28).

a. Une petite cuve à levain de 2 à 3 hectolitres, en cuivre

(1) La nouvelle distillerie agricole, Guillaume.

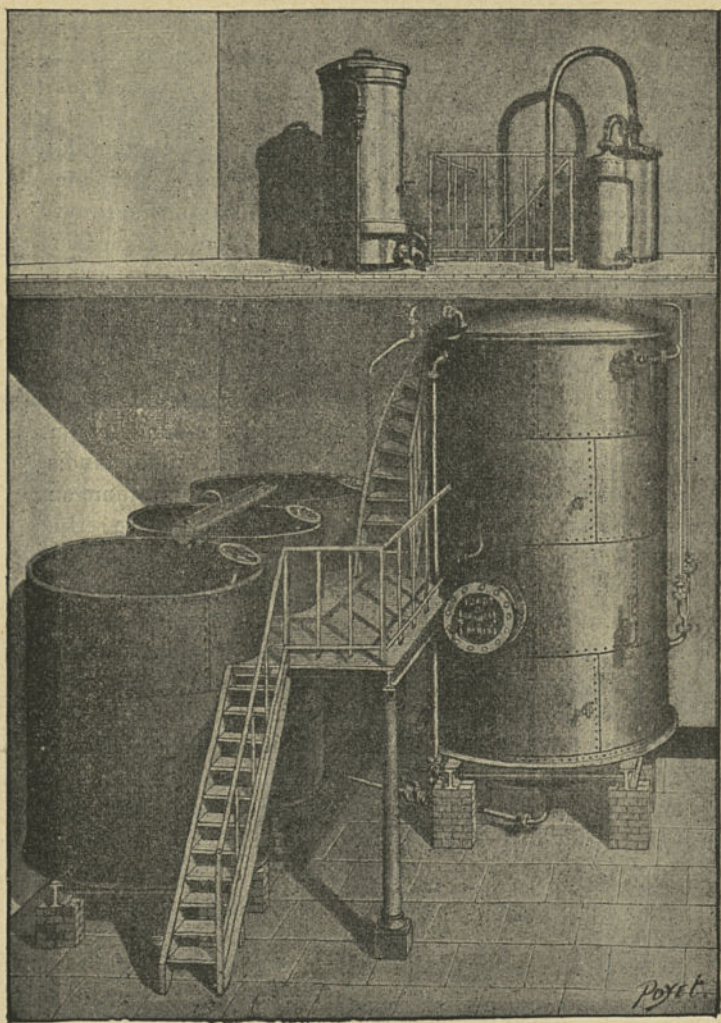


Fig. 28. — Fermentation continue aseptique. Système E. GUILLAUME, EGROT et GRANGÉ.



et étamée à l'intérieur, pour le réveil de la levure, sa culture et la mise au point du levain. Cette petite cuve est stérilisée à la vapeur, et elle est munie d'une arrivée d'air stérilisé. Le refroidissement, après stérilisation, est opéré par un ruissellement d'eau sur les parois extérieures ; le chauffage nécessaire à la stérilisation de cette petite cuve est fait par une arrivée de vapeur intérieure ; l'arrivée d'air stérilisé est réglée par un robinet placé dans la partie basse, et la disposition est telle qu'on peut faire arriver simultanément, et dans une proportion quelconque, l'air stérilisé et la vapeur. Enfin, le réchauffage, s'il est nécessaire en cours de culture du levain, se fait à l'aide d'une toute petite injection de vapeur, faite extérieurement sous le fond, et si, au contraire, il y a lieu de refroidir légèrement il est facile de le faire dans la mesure convenable par un ruissellement d'eau extérieur dont on règle l'intensité à volonté. Un thermomètre placé à la partie inférieure, dans une gaine faisant saillie intérieure et elle-même remplie d'eau permet de suivre la température du levain. Cette petite cuve à levain reçoit des jus provenant du stérilisateur et elle déverse le levain, lorsqu'il est arrivé à maturité, dans la grande cuve dont il va être parlé.

*b.* Une grande cuve, fermée et aseptisée pour opérer la fermentation principale ; cette cuve a le fond fortement conique de façon à pouvoir centraliser les dépôts pour les évacuer au fur et à mesure avec le jus ; elle reçoit tout le jus provenant de la diffusion passé préalablement au stérilisateur et refroidi à la température convenable, ainsi que les levains provenant de la petite cuve citée précédemment. Elle est munie d'une arrivée de vapeur, et d'une arrivée d'air stérilisé, ainsi que des moyens nécessaires de contrôle de la température intérieure et de l'activité de fermentation.

Au commencement de la campagne, cette cuve est complètement stérilisée à la vapeur avant de recevoir le levain préparé dans la petite cuve spéciale située au-dessus, comme

il a été dit précédemment ; on laisse alors la fermentation s'établir et la cuve s'emplir normalement, de façon à ce que la densité du jus se trouve atténuée (c'est-à-dire diminuée), dans la mesure qui convient le mieux, comme marche de régime, pour la rapidité de la fermentation.

Une fois cela fait, cette cuve reçoit, comme il a été dit, tout le jus produit est déjà stérilisé, elle alimente ensuite, d'une façon constante et successivement trois petites cuves ouvertes, placées en contre-bas et d'une hauteur à peu près moitié moindre, destinées à laisser tomber la fermentation et à envoyer le jus fermenté à la colonne à distiller.

Le jus peut sortir de la cuve principale pour aller aux cuves de chute, tantôt par le milieu et tantôt par le haut.

Le niveau du jus en fermentation, dans la cuve fermée est variable à volonté, cela permet de régler le volume, de la masse en fermentation de façon à maintenir, la même chute de densité du jus à la sortie, malgré les variations qui peuvent se produire dans le débit horaire du jus frais arrivant en fermentation.

La chute de densité tend-elle à descendre trop bas ? cela veut dire que la fermentation est trop active et que la masse du levain, opérant cette fermentation, est trop grande ; par conséquent, il suffit de faire baisser le niveau du jus dans la cuve principale, en ouvrant plus fort le robinet de sortie qui alimente les cuves de chute ; au contraire la densité tend-elle à s'élever à l'arrivée du jus dans les cuves de chute ? on réduit cette arrivée, en fermant un peu le robinet de sortie, ce qui a pour effet d'augmenter le niveau dans la cuve de fermentation principale, et, par conséquent, la masse de jus qui se trouve en pleine fermentation, la chute de densité augmentera certainement.

Enfin, si cela est nécessaire dans certains cas par suite d'un arrêt ou de ralentissements prolongés, par exemple, on peut encore diminuer l'intensité de la fermentation en

augmentant un peu l'acidité sulfurique, ou bien en abaissant la température dans cette grande cuve par un ruissellement d'eau extérieur, ou bien même en combinant ces deux procédés.

Ces *moyens multiples* permettent de bien régler la marche de la fermentation sur la marche même du reste de l'usine, ce qui est indispensable pour la réussite du procédé.

La sortie du jus en fermentation par le fond conique de la cuve principale fermée a pour but de pouvoir entraîner, par des extractions périodiques de jus allant aux cuves de chute, les dépôts divers (levures mortes ou autres), qui peuvent se faire dans le fond de cette cuve, et d'empêcher ainsi qu'ils y séjournent pendant un temps assez long pour qu'ils puissent y devenir nuisibles.

La prise du jus par le milieu permet d'extraire le jus à peu près à mi-hauteur de la masse en fermentation ; enfin la prise de jus par le haut permet de renouveler les mousses et toute la partie supérieure de la masse en fermentation.

On voit ainsi que, par cette disposition, chaque partie de la masse en fermentation, fond, milieu et partie supérieure, est exactement renouvelée à volonté ; normalement, il suffit de changer successivement et périodiquement les prises de sortie du jus pour que l'ensemble se maintienne dans les meilleures conditions.

La sortie se fait, par exemple, pendant 4 heures par le milieu, puis 4 heures par le haut, puis 4 heures par le fond, de façon à ce que le cycle entier soit fait une fois par poste.

Bien entendu, grâce à la petite cuve à levain, on peut, chaque fois qu'on le juge à propos, introduire un levain nouveau dans cette cuve fermée de façon à en rajeunir la levure. De même, du reste, on peut facilement cultiver parallèlement le levain dans la petite cuve, en n'en vidant chaque fois que les  $\frac{2}{3}$  ou la moitié seulement dans la grande cuve.

Toutefois, nous ne conseillons ce dernier moyen qu'avec une certaine réserve, parce que les chances de contamination de la grande cuve ne pourraient guère provenir que de la prolongation du fonctionnement de cette petite cuve ; et il suffit largement de cultiver cette petite cuve à levain pendant une seule journée, pour l'isoler ensuite d'une façon absolue, et cela chaque fois qu'on fait un nouveau levain à la levure pure pour le rajeunissement.

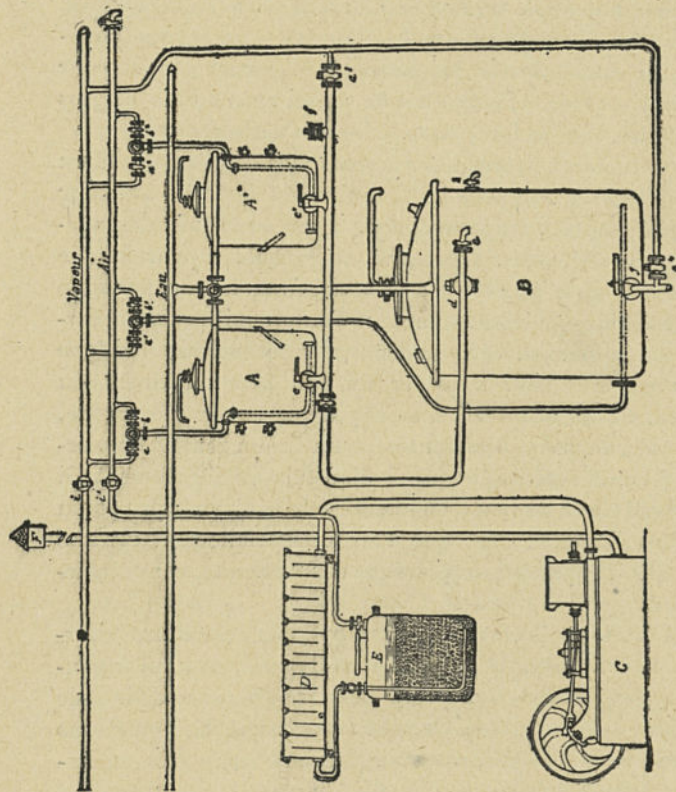
On voit que la principale fermentation se fait aseptiquement dans une grande cuve dont le jus est constamment renouvelé, arrivant toujours par le haut, en sortant tantôt par le bas du fond conique, tantôt par le milieu et tantôt par la surface, le tout à volonté. *Ce renouvellement constant du jus a une grande importance*, parce qu'il empêche l'accumulation des produits nuisibles au développement de levure que pourraient engendrer les résidus de la fermentation ou les sécrétions de la levure même.

Le dispositif général que nous indiquons ici nous paraît donc indispensable si l'on veut obtenir de bons résultats avec ce mode de fermentation continue, que l'on procède du reste, soit par le système de fermentation à la levure pure, soit même seulement par la fermentation non aseptique à la levure ordinaire.

Il y a incontestablement un grand avantage à faire que la masse principale du jus demeure continuellement en fermentation très active ; c'est la meilleure garantie contre la contamination. D'autre part, il est non moins important — qu'on nous excuse d'insister sur ce point — de pouvoir renouveler intégralement la masse du jus en fermentation y compris tous ses résidus (dépôts, sécrétions, etc.) ainsi que nous le faisons.

PROCÉDÉ JACQUEMIN. — Voici la description sommaire des appareils de M. Jacquemin, destinés à la préparation des

levains purs continus, utilisés à la mise en fermentation des cuves d'une distillerie agricole, telle que la fait l'auteur lui-même (1).



Levains continus. Appareils et Procédé G. Jacquemin.

Fig. 20.

A gauche du schéma sont figurés les appareils pour la purification de l'air (Fig. 29).

Dans les bas, la pompe qui aspire l'air au-dessus de la

(1) Fermentations rationnelles, par G. Jacquemin.

toiture de la distillerie et le refoule dans un filtre en chicanes en fonte rabotée, garni de coton salycilé, où il se débarrasse des germes qu'il tient en suspension. Entre le filtre et la pompe, un laveur d'air à graviers ou à billes, où l'air déjà filtré abandonne les impuretés qui ont pu échapper au coton salycilé. Les billes ou le gravier sont là pour pulvériser l'air et l'empêcher de passer sous forme de gros globules, sans se laver dans le liquide antiseptique.

On remarque les petits purgeurs placés à l'extrémité du filtre en fonte. Le premier, à droite, est destiné à s'assurer que la pompe à air n'envoie pas d'eau ou d'huile de graissage dans le coton. Le second, à gauche, a pour but de s'assurer qu'il ne s'est pas élevé d'eau du laveur, par suite d'une contre-pression, comme il s'en produit parfois à l'arrêt de la pompe. Ce second purgeur permet aussi de faire des cultures pour s'assurer du bon fonctionnement du filtre. On lui adapte, au moyen d'un bout de caoutchouc, un tube en verre plongeant dans un ballon rempli en partie de moût stérilisé et muni d'un tube de dégagement. Si au bout de 48 au lieu de 96 heures, le ballon n'a pas perdu de sa limpidité, c'est que l'air est parfaitement stérilisé et que l'appareil par conséquent fonctionne convenablement.

A droite du schéma, sont les appareils de culture industrielle de la levure pure. Ce sont d'abord, en haut à gauche, des robinets à raccord donnant des prises d'air et de vapeur indépendantes. On peut avoir besoin d'air pur dans la cuverie pour aérer, par exemple une cuve portée en fermentation nitreuse, ce qui n'est jamais le cas cependant dans les fermentations pures. On peut avoir besoin de vapeur pour réchauffer les bassines de petits levains, par les temps froids. Ces deux robinets à raccord ont surtout pour destination la stérilisation du collecteur d'air, Il suffit de les réunir par un tube mobile en U, et l'on passe à la

vapeur le collecteur terminé par un robinet de purge. Stérilisation automatique comme on le voit.

Sous les collecteurs d'air et de vapeur figurent quatre séries de trois robinets, dont un robinet d'air, un robinet de vapeur, séparés par un robinet intermédiaire, permettant d'ouvrir tantôt sur la vapeur, tantôt sur l'air. . . .

Arrivons aux levains.

Nous commençons par remplir la bassine B de moût jusqu'à la moitié de sa hauteur. Nous portons à l'ébullition par le tube plongeant qui donne passage à la vapeur. Après quelques minutes d'ébullition, nous arrêtons la vapeur et nous ouvrons le robinet d'air. La masse du moût est brassée vigoureusement et amenée au contact de la paroi de la bassine sur laquelle coule l'eau de réfrigération venant de la couronne placée sur le haut de la calandre. En quelques minutes la température est abaissée de 30° centigrades. Nous introduisons la levure initiale. Vingt-quatre heures plus tard, notre petit levain est bon à prendre. Nous allons l'envoyer dans la grande bassine G, où nous avons stérilisé, de la même manière que la veille, du moût de mélasse peptonisée, si nous fermentons de la mélasse; de grains, si nous travaillons du grain; des betteraves, si nous sommes en distillerie agricole.

Mais avant de descendre en C le petit levain de B, nous avons préparé du moût stérile et peptonisé en B' jusqu'à la moitié de la hauteur de la bassine, et nous l'avonsensemencé au moyen de quelques litres de moût en fermentation, refoulé par pression d'air de B en B'. Cela fait, nous descendons B en C, et dans douze heures nous en ferons autant pour B' que nous enverrons en C', après avoir toutefois préparé un troisième moût de levain en B, que nous ensemencerons par refoulement de quelques litres de moût en fermentation de B' et ainsi de suite.

Ainsi se trouve assuré le roulement des levains continus. Lorsque le roulement des grandes bassines C et C' se trouve achevé, ce qui demande douze heures environ de fermentation pendant lesquelles l'aération aura été continue, nous les envoyons dans les cuves à pied de la distillerie. C'est le troisième et dernier levain.

Dans ces cuves à pied, nous ne stérilisons plus le moût avec le soin qu'a exigé celui des bassines en cuivre. Nous prenons le moût de la distillerie tel qu'il est préparé pour les grandes cuves et nous l'aérons pendant les douze heures que dure sa fermentation.

Alors nos opérations préparatoires sont terminées nous entrons dans la cuverie et nous abordons le travail industriel.

Si les levains, dans lesquels il est difficile de commettre une faute, ont été faits suivant les règles, on peut être certain, que la fermentation des cuves marchera sans encombre; que la chute s'effectuera avec la régularité d'une horloge, et qu'elle sera complète; et on constatera qu'il s'est formé de 1 à 2 dixièmes d'acide organique, acide carbonique déduit, malgré la faible acidité minérale initiale qu'on peut employer avec les levures pures.

Rarement, en effet, en mélasse, nous mettons plus de 1,5 en acide sulfurique libre par litre, et dans certaines distilleries, nous descendons au-dessous de 1 gramme.

Mais pour cela, il importe d'avoir des levains très purs et on est certain de les avoir dès que le départ de la levure a été opéré sans la moindre contamination. Tout dépend de cette première manœuvre. Et ensuite on peut marcher des jours et des semaines sans renouveler la levure initiale.

Cette levure a parfois marché pendant six et sept semaines. Par prudence nous conseillons de renouveler la levure tous les huit ou dix jours.

Fabriquant sa levure lui-même, l'employant pure de bac-



téries, le distillateur réalise dans son usine les conditions du laboratoire, et fait scientifiquement un travail industriel.

PROCÉDÉ BARBET. — Voici maintenant comment M. Barbet décrit son procédé (1) :

Au fur et à mesure que les principes de Pasteur pénètrent dans la pratique journalière des industries de la fermentation, l'on arrive à cette conviction que la première condition à remplir pour obtenir les meilleurs résultats comme pureté et les plus grands rendements comme alcool, consiste à produire journellement, et en quantité suffisante des levains purs, provenant d'une race de levure appropriée au genre de l'industrie, et acclimatée à la nature du moût sucrée. Une fois ces levains obtenus, on peut sans aucun inconvénient laisser la fermentation proprement dite se faire à air libre car lorsque le moût est copieusementensemencé de levure en pleine activité, il sait se défendre contre les bactéries pendant toute la durée de la fermentation alcoolique.

.....

Le principe du procédé est le suivant :

N'avoir qu'un seul et unique vase comme appareil à levains, s'arranger pour pouvoir en soutirer trois ou quatre levains par 24 heures, et faire l'appareil assez grand pour que chacun de ses levains puisse servir directement de pied de cuve sans aucun autre intermédiaire de prolifération à air libre. L'appareil une foisensemencé, doit pouvoir fournir des levains pendant plus d'un mois si toutes les précautions sont bien prises contre les contaminations. A cet effet, tous les robinets sont noyés dans les bassins d'eau formolisée, et toutes les soupapes possèdent une petite cuvette dans laquelle le calfat est protégé par de l'eau antiseptique.

(1) *Production continue de Levains purs en distillerie.* Extrait du « Bulletin » de l'Association des Chimistes de sucrerie et de distillerie de France et des Colonies. Juin 1900.

A l'appareil ainsi constitué, M. le D<sup>r</sup> Calmette a bien voulu nous suggérer l'idée d'un perfectionnement fort utile pour pousser à la grande prolifération de la levure en même temps que pour exalter sa force fermentative. Il nous a conseillé de faire en grand comme Pasteur faisait au laboratoire : pour revivifier une levure fatiguée il faut la cultiver pour ainsi dire *en voile*, c'est-à-dire dans un bouillon de culture de très peu d'épaisseur et largement étalé au contact de l'air. Pasteur avait recours, dans ce but, à de grands ballons dont le fond plat n'était recouvert que d'une mince couche de liquide. Le terme de « culture en voile » n'est pas exact pour de la levure, mais nous pouvons adopter l'expression de *culture en aérobiose*. Notre nouvel appareil à levains est une réalisation industrielle de ce principe. Nous dirons tout à l'heure, comment on introduit du moût stérilisé dans l'appareil à levains ; qu'il suffise de dire pour le moment que la stérilisation du moût se fait en dehors de l'appareil. L'appareil à levains est un cylindre vertical, en cuivre ou en tôle, porté sur un socle en fonte, et composé de deux parties distinctes : le bas fait réservoir de jus en fermentation pure, tandis que le haut comprend de quatre à six plateaux d'*aérobiose* sur lesquels le liquide forme une couche très mince d'environ 2 centimètres d'épaisseur (Fig. 30).

Le liquide du réservoir inférieur est perpétuellement remonté sur le plateau supérieur au moyen d'un émulseur à air stérilisé K.

On connaît le principe de l'émulseur ; M. Zambeaux l'a utilisé d'une façon très ingénieuse pour monter l'acide sulfurique dans les réservoirs supérieurs des tours d'épuration. Notre émulseur K est une sorte de petit tubulaire qui est très allongé et qui ne comprend que six à dix tubes de cuivre de faible diamètre. Dans l'orifice inférieur de chacun des tubes, nous engageons une petite buse verticale par

laquelle sort un jet d'eau stérilisé. L'air se divise en une série de bulles qui occupent toute la largeur du tuyau, et

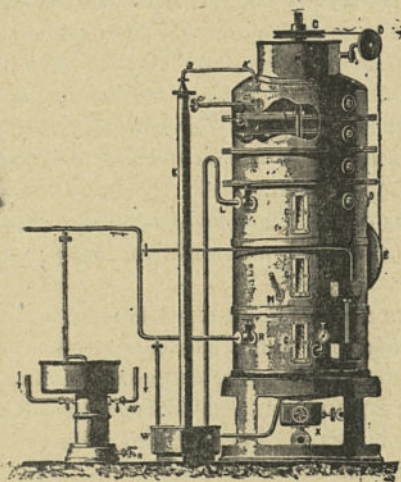


Fig. 30. — Appareils à levains purs (système Barbet).

qui sont séparées les unes des autres par des anneaux de liquide que l'on a comparés à des *pistons liquides*. Si l'arrivée d'air est suffisante, la somme totale des pistons liquides dans l'un quelconque des tubes forme une colonne liquide de hauteur moindre que la hauteur du liquide existant dans le bas de l'appareil à levains. L'équilibre est rompu, et par suite de la loi sur les vases communicants, le liquide prend un mouvement ascensionnel continu dans le tube pour se déverser pour *c c'* sur le plateau supérieur d'aérobiose.

Ce plateau, étanche sur un pourtour, porte au centre un petit rebord qui forme déversoir. L'excès de liquide tombe sur le deuxième plateau qui, au contraire, n'a de déversoir qu'à la périphérie. Le liquide parcourt donc les plateaux

alternativement de la circonférence au centre et réciproquement. Dans tout ce parcours, le moût sucré en fermentation est étalé au large contact de l'air amené par l'émulseur. L'acide carbonique se dégage, le moût s'en débarrasse totalement, et à la place il se dissout de l'oxygène par un phénomène analogue à celui de la respiration pulmonaire. Il est incontestable que de cette façon l'air agit beaucoup mieux sur la levûre que l'air injecté en gros bouillons au fond d'un récipient. Une comparaison fera saisir la différence du mode d'action.

Supposons qu'au lieu de levure on mette dans le moût un organisme nettement amphibie, comme par exemple une mucédinée,

La culture sur les plateaux va donner tout de suite des mycéliums aériens. Tandis que dans le réservoir inférieur, on ne produira que la forme anaérobie ou immergée de la mucédinée ; les mycéliums se sectionneront et prendront la forme de globules ovales ressemblant à des levures et donnant une production d'alcool.

Un axe vertical traverse l'appareil à levains ; cet axe porte des brasses métalliques pour mettre en suspension les levures déposées sur les plateaux ; on les fait tourner de loin en loin par un mécanisme à la main, G D E ; H est une cuvette à eau formolisée pour noyer le calfat et la soupape de sûreté.

L est la sortie du mélange d'air et d'acide carbonique ; il barbote dans la cuvette W de l'émulseur.

M<sub>1</sub> Tubulure d'ensemencement de la levure pure.

R Entrée d'air stérilisé pour barbotage direct.

G Glaces pour voir le niveau.

T Thermomètre.

X Robinet de vidange (noyé), portant latéralement une tubulure pour recevoir, soit de la vapeur, soit de l'air stérilisé.

Le stérilisateur d'air, placé à gauche de la figure, se compose d'un filtre à ouate enfermé à demeure dans un autoclave à vapeur. L'air commence par circuler dans un serpentín noyé dans l'enveloppe à vapeur où il peut s'échauffer à haute température. Puis il traverse de bas en haut le coton qui est chauffé par l'enveloppe du filtre. De cette façon toutes les parties de l'ouate sont portées à la température de stérilisation. On peut alors supprimer la vapeur de filtration de l'air suffisant à le débarrasser de ses germes, pourvu que le coton soit purifié de temps en temps à la vapeur. On peut également laisser en permanence un filet de vapeur pour tiédir l'air, parce que l'aération refroidit sensiblement les moûts.

.....  
Une fois cet appareil à levains expliqué, voici comment nous procédons pour le travail de la betterave (Fig. 34).

A sont les bacs mesureurs de jus de la diffusion ou de la macération. La totalité des jus est stérilisée à une température très voisine de l'ébullition pour détruire; en même temps que les bactéries, la diatase saccharogénique que contient le jus de betteraves, et qui, d'après nous, est l'adversaire de l'invertase de la levure.

La stérilisation se fait dans le bac en tôle G, et, pour réduire au minimum la dépense de vapeur et d'eau, le jus avant d'y entrer traverse un appareil tubulaire B où il reprend, par un échange méthodique, la chaleur du jus stérilisé sortant de G, et entrant par la soupape R dans la caisse tubulaire; le réfrigérant très méthodique V complète la réfrigérant du jus.

Les caisses tubulaires avant emploi, sont soigneusement stérilisées à la vapeur (soupape J au récupérateur), ainsi que toutes les conduites de connexion; l'effet de la vapeur est complété par l'injection d'un peu de formol, instantanément diffusé par la vapeur dans toutes les parties des appareils.

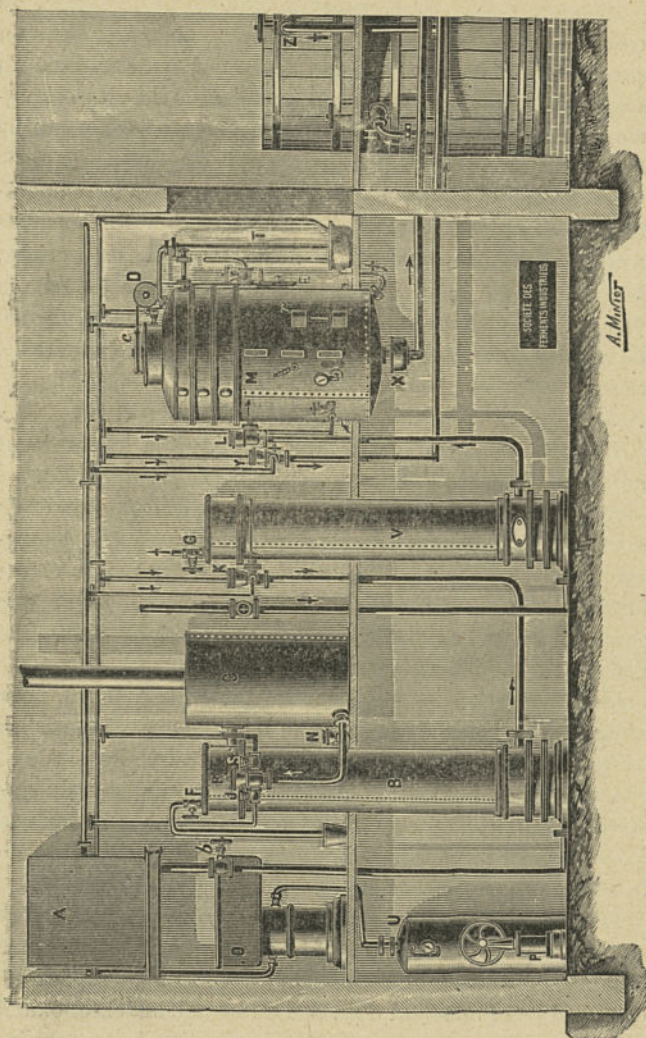


Fig. 31. — Fermentation du jus de betteraves (système Barbet).

Le jus stérilisé refroidi est dirigé, soit dans l'appareil à levains M par la soupape L, soit à la cuverie par la soupape Y. Les jus doivent être distribués par tuyauteries et non par nochères à air libre, afin d'arriver sans contamination jusqu'aux cuves.

### **Fermentation des Mélasses de betteraves.**

La mélasse provenant de la sucrerie est une matière qui se prête le plus difficilement à la distillation. Elle renferme en effet, en outre de 45 0/0 de saccharose environ, tous les sels contenus dans la betterave, en particulier des nitrates ; la grande proportion de ces sels, jointe à sa réaction alcaline font de la mélasse, un milieu absolument défavorable à la levure. Il faut avant tout la rendre propre à subir l'action de cet organisme.

On commence par ajouter de l'acide sulfurique, de façon que la mélasse préalablement étendue d'eau jusqu'à 7° B, ait une acidité de 2 gr. 5 par litre (exprimée en acide sulfurique).

Un deuxième traitement a pour but de détruire les nitrates en faisant bouillir la mélasse avec de l'acide sulfurique, dans un vase en plomb ; la masse est constamment traversée par un courant d'air froid qui empêche les caramélisations et entraîne les gaz formés au cours de cette dénitrification de la mélasse.

Enfin il faut fournir des aliments à la levure ; les matières azotées et minérales seront apportées par du maïs saccharifié à l'acide.

Pratiquement, voici comment la fermentation se met en marche. Dans une cuve de 30 à 40 Htl. destinée à contenir environ 500 kilogr. de mélasse, on introduit 20 kilogr. de maïs préalablement saccharifié, 50 kilogr. de mélasse,

3 hectol. d'eau, 4 kilogr. d'acide sulfurique, délayés dans un hectolitre d'eau et enfin 2 kilogr. de levure ; puis on abandonne ce pied de cuve à la fermentation ; si celle-ci s'établit bien, si elle est très active, 7 à 8 heures après on ajoute dans la cuve 450 kilogr. de mélasse cuits préalablement avec 4 kilogr. d'acide sulfurique et 300 hectolitres d'eau. La fermentation s'empare bientôt de toute cette masse et se termine environ 48 heures après.

M. Barbet a appliqué l'usage des levains purs à la distillerie de mélasse. Voici la description de son procédé tel qu'il la fait (1).

La première idée consisterait à faire un travail analogue à celui organisé pour le travail de la betterave ; on remplacerait les bacs mesureurs de jus par deux grandes cuves à diluer la mélasse à 1.080 ou davantage, et les opérations se suivraient dans le même ordre, sauf qu'on ferait réellement bouillir le stérilisateur, afin de dénitrer la mélasse (Fig. 32).

Mais le dénitrage ne se fait pas bien en moûts dilués, parce que l'acidité n'est plus assez forte. Aussi nous avons modifié le procédé comme suit :

A, sont deux cuves de dilution à 28, 30° B, avec un peu d'eau et la totalité de l'acide sulfurique nécessaire à la fermentation, b est un bac régulateur d'alimentation, B le répérateur.

La mélasse échauffé à 80° environ par ce répérateur, entre au dénitrer continu G, où elle subit avec ébullition de quinze à vingt minutes avant de sortir a continu par le fond de l'appareil.

De là, au lieu d'aller au récupérateur, elle se rend à un delayeur D en cuivre, fermé par un couvercle en fonte et muni d'un mouvement mécanique d'agitateur.

Pour diluer la mélasse bouillante, on emploie de l'eau

(1) Production continue de levains purs en distillerie (*loc. cit.*).



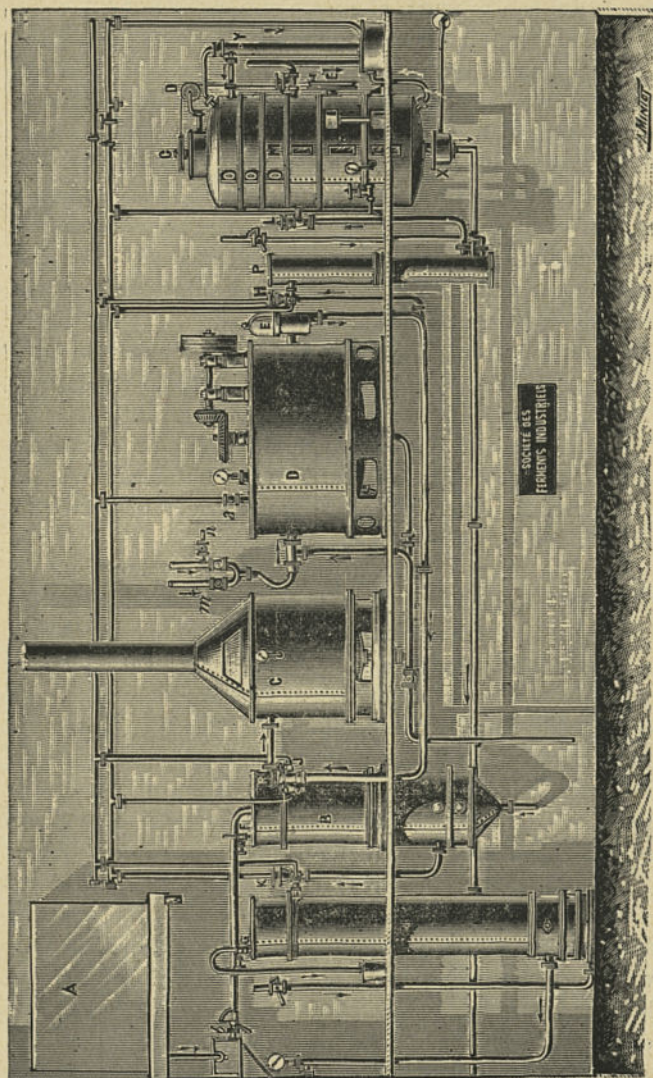


Fig. 32. — Fermentation des mélasses (système Barbet).

chaude des condenseurs, et même une certaine proportion de vinasse bouillante ; ces liquides sont réglés respectivement par les robinets n et m, et se mélangent à la mélasse avant l'entrée dans le délayeur dans une sorte de « mischapparat » comme disent les Allemands.

La température de la dilution est en général de 80°. On peut l'augmenter un peu avec une injection de vapeur ; mais en somme, eu égard à la présence de l'acide, la température de stérilisation efficace n'est pas très élevée, et les 80° font une purification pratiquement suffisante pour la courte durée de la fermentation industrielle.

A la sortie est une éprouvette E où l'on constate en permanence la densité et la température. 1.060 à 80° font 1.082 à 21°, température de l'envoi à la cuverie.

Au sortir de cette éprouvette, le moût dilué retourne au récupérateur B de tout à l'heure pour échauffer la mélasse à dénitrer. De là enfin, il passe au réfrigérant V et à la cuverie.

Pour les levains M, on prélève directement sur le délayeur D du moût que, pour la circonstance, on réchauffe jusqu'à 97-98° afin d'avoir une stérilisation plus certaine. Régulé par la soupape H, ce moût se refroidit dans le réfrigérant spécial P, et entre par L dans l'appareil à levains.

Cet appareil fonctionne comme nous l'avons vu plus haut. On peut s'arranger pour envoyer dans D un peu de sirop de maïs saccharifié à l'acide et filtré, afin de fournir à la levure quelques éléments plus favorables que ceux de la mélasse seule, ou bien l'on se contente d'ajouter du maltopeptone.

L'emploi des levains très actifs permet de charger les cuves à très haute densité, jusqu'à 1100, ce qui économise du charbon pour le travail de potasserie. Cette même activité de fermentation permet d'arriver à peu près au même but par le emploi d'une certaine proportion de vinasse au délayeur. Si, par exemple, on fait rentrer 1/4 de vinasse, il

n'y a plus que  $\frac{3}{4}$  du volume des vinasses à évaporer, et une fois le régime établi, ces  $\frac{3}{4}$  contiennent la totalité des sels et des matières organiques qui doivent sortir chaque jour du travail. Les vinasses sont donc plus concentrées et l'évaporation demande d'autant moins de charbon.

Enfin, les levains purs permettent de diminuer la dépense d'acidité, d'enrichir le salin en carbonate de potasse, et d'obtenir des flegmes plus purs.

### **Fermentation des grains et de la fécule saccharifiés**

Le moût obtenu par la saccharification des grains est généralement trop épais pour subir avantageusement la saccharification, aussi doit-on l'étendre avec de l'eau ou des vinasses préalablement stérilisées. On peut ensemercer le moût directement avec 500 grammes de levure par 600 kilogrammes de grains.

Il est préférable d'opérer à l'aide d'un pied de cuve. On ensemece une petite quantité de moût avec la quantité de levure précédemment indiquée et quand la fermentation est bien lancée on ajoute progressivement le reste du moût.

Enfin un procédé très en usage consiste à employer les levains lactiques. On prépare un pied de cuve avec un moût que l'on porte à  $40^{\circ}$  pour favoriser l'évolution du ferment lactique. La fermentation est arrêtée en refroidissant le moût à  $23-25^{\circ}\text{C}$  et la fermentation alcoolique est lancée par une addition de levure ; quand elle est en pleine marche on ajoute ce pied de cuve au moût à faire fermenter.

Le rôle de l'acide lactique préparé pendant la première phase a été expliqué par le D<sup>r</sup> Effront : l'acide diminue le pouvoir reproducteur de la levure et par conséquent augmente le pouvoir ferment. Cet auteur a proposé aussi l'em-

ploi de l'acide fluorhydrique qui semble donner encore de meilleurs résultats.

L'usage des pieds de cuve lactiques et de l'acide fluorhydrique est recommandable pour la mise en fermentation des moûts de fécule de pomme de terre.



## CHAPITRE III

### DISTILLATION

La distillation a pour but d'extraire l'alcool contenu dans les *moûts fermentés* ou *vins* d'origines diverses. Cette opération s'effectue d'une façon continue dans des appareils comportant comme organe principal une *colonne à plateaux* dans laquelle s'effectue la concentration de l'alcool. Chaque appareil de distillation comporte en général :

1° Une *chaudière* où le liquide à distiller est porté à l'ébullition, soit par chauffage à feu nu, soit plus souvent à la vapeur ;

2° La *colonne* où les vapeurs alcooliques sont concentrées et purifiées ;

3° Un *réfrigérant* destiné à condenser les vapeurs alcooliques.

La colonne est formée par la superposition d'un certain nombre de plateaux dont les dispositifs varient avec les constructeurs.

Dans le système *Champonnois* chaque plateau est en fonte et percé en son milieu d'une ouverture à rebords, surmontée d'une calotte qui se prolonge au moyen de six pattes d'oie en fonte qui reposent sur les plateaux par des rebords échancrés. Tantôt à droite, tantôt à gauche on a pratiqué un tube de retour permettant la rétrogradation de la vinasse vers la partie inférieure de la colonne.

La colonne *Savalle* comporte des plateaux portant chacun sur leur fond deux larges fentes à bords relevés disposés en chicane, qui peuvent être recouvertes par deux gouttières fixées au plateau supérieur.

La colonne *Egrot* a été établie dans le but de réduire le nombre des plateaux. L'examen de la figure 33 évite toute description et fait comprendre le fonctionnement.

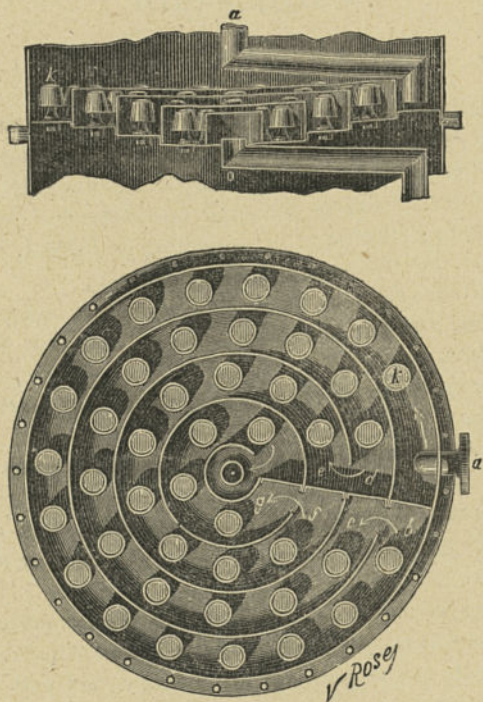


Fig. 33. — Coupe et plan du plateau de distillation de l'appareil Egrot.

Le liquide arrivant d'un plateau supérieur par le tuyau *a*,

parcourt dans le sens des flèches l'anneau extérieur *a b*, descend en *c* et parcourt en sens inverse *c d*. Il suit de même les quatre anneaux concentriques disposés les uns au-dessous des autres, comme le montre la coupe de l'appareil. Enfin, arrivé au centre du plateau, en *O*, ce liquide descend sur le plateau inférieur où il recommence une circulation semblable. La surface du plateau est donc utilisée de telle sorte que le vin y parcourt un chemin très long ; de plus, la disposition en cascade, lui permet d'effectuer ce long parcours avec une grande régularité de niveau ; enfin, le grand nombre de petits bouilleurs *k*, interposés sur le passage du liquide, le divisent, le brassent et font que toute la masse du liquide est bien exposée aux vapeurs montantes.

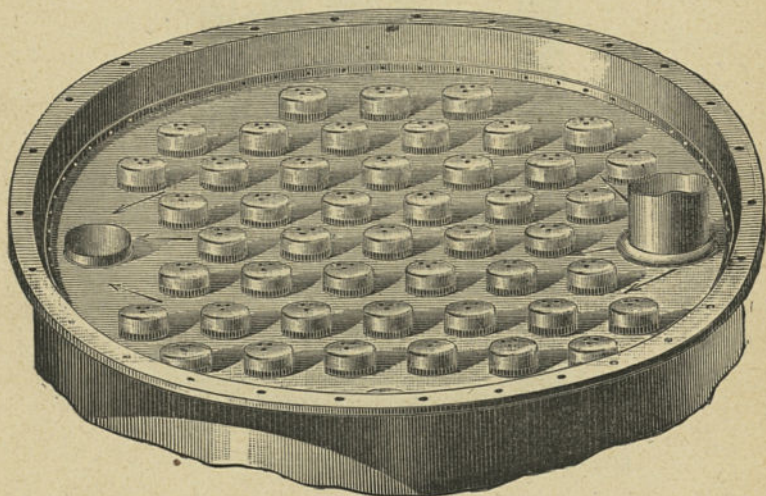


Fig. 34.

Signalons encore les plateaux à calottes-peignes du sys-

tème *Barbet*, dans lesquels la vapeur emprisonnée sous chaque calotte se lamine finement à travers les peignes de cette calotte (Fig. 34).

Examinons maintenant le fonctionnement d'un appareil distillatoire tel que celui représenté par la figure 35.

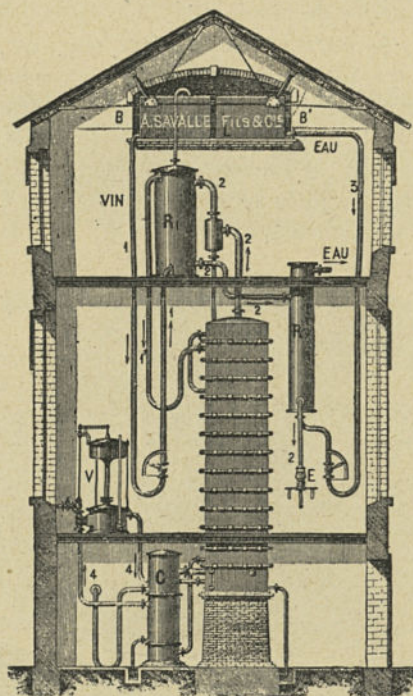


Fig. 35. — Appareil distillatoire (système Savalle).

Le vin placé en pression dans la bêche B descend par le tube n° 1 et vient aboutir à la partie inférieure du réfrigérant R où il s'échauffe en refroidissant les vapeurs alcoo-



liques provenant de la colonne. Il sort à la partie supérieure de ce chauffe-vin, il est conduit par le tube 1' à la partie supérieure de la colonne. Il tombe de plateau en plateau, l'alcool se dégage pendant que la vinasse vient se rassembler à la partie inférieure de la colonne, puis dans le chauffe-foir à vinasse G qui en porte une partie à l'ébullition pour établir le régime de la colonne.

L'alcool mis en liberté s'échappe par le tube 2 qui traverse une *bouteille* qui a pour effet de condenser les parti-

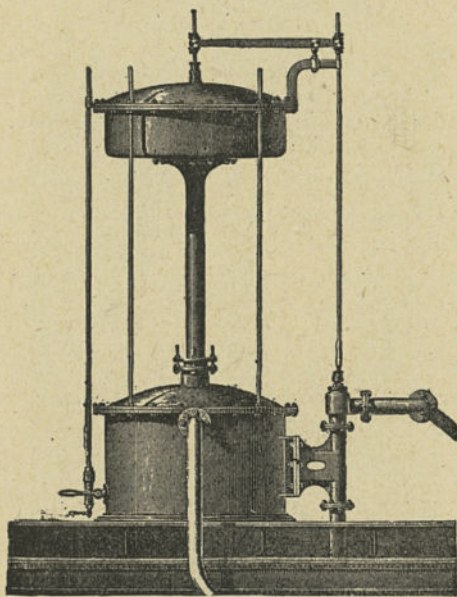


Fig. 36. — Régulateur de vapeur.

cules moins volatiles et de les faire rentrer en travail. Les vapeurs alcooliques pénètrent alors à la partie supérieure du réfrigérant à vin, circulent à l'extérieur des tubes qui

sont parcourus à leur intérieur par le vin. La condensation de ses vapeurs s'achève dans le réfrigérant à eau R<sub>z</sub>. L'alcool complètement refroidi s'écoule par l'éprouvette E.

La marche régulière de cette colonne est assurée à l'aide d'un régulateur de vapeur V (Fig. 35).

Pour la distillation des liquides épais on emploie des

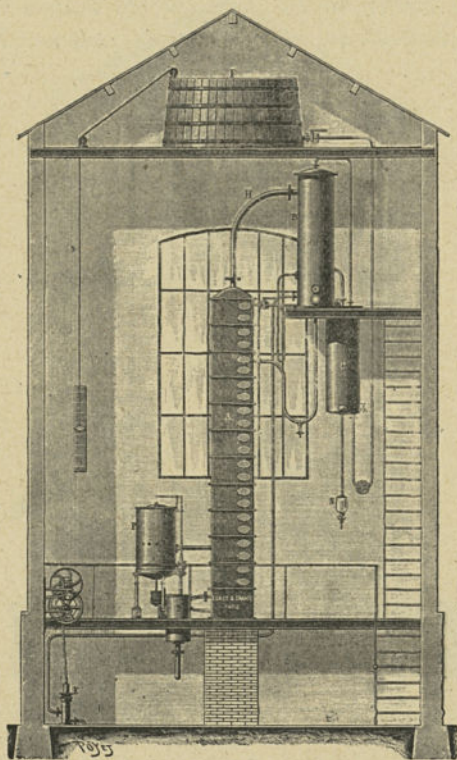


Fig. 37. — Appareil distillatoire pour les moûts épais (système Egrot et Grangé).

colonnes dont les plateaux sont pourvus de barbotteurs et de trop pleins assez larges pour éviter les obstructions. Des regards à démontage rapide permettent le nettoyage facile de la colonne (Fig. 37).

La maison *Savalle* a établi, sur les indications de M. Sorel, un *appareil horizontal pour la distillation des moûts épais*. Son fonctionnement est basé sur ce qu'un liquide chaud étalé en couches minces en contact avec un courant de vapeur alcoolique se met momentanément en équilibre avec elle, et la vapeur du courant prend la composition de celle qui se dégage du liquide.

Ceci posé, voici d'après les constructeurs, la disposition intérieure de l'appareil :

Un cylindre horizontal est divisé en deux parties par un joint horizontal passant par l'axe. Chaque moitié est subdivisée en une vingtaine de compartiments par des cloisons transversales, formant une fois l'appareil monté, autant de chambres : les cloisons inférieures sont munies alternativement à droite et à gauche d'échancrures permettant la circulation des liquides et d'orifices ronds pour le passage des arbres (Fig. 38).

Un ou plusieurs arbres parallèles à l'axe portent chacun un disque dans chaque chambre, ce disque est muni d'une palette qui passe à une distance très faible des cloisons et du cylindre de façon à empêcher tout dépôt. De plus, chaque fois que la palette sort du liquide, elle détermine la formation d'une petite vague qui oblige le liquide à passer par-dessus l'échancrure de la cloison dans le compartiment suivant. Il y a donc circulation d'un bout à l'autre sans que les contenus de deux compartiments successifs puissent se mélanger accidentellement.

La vapeur circule en sens contraire du mouvement des liquides ; les obstacles présentés alternativement par les cloisons et par les disques la forcent à lécher leurs surfaces

imbibées de liquide, à en vaporiser l'alcool, en un mot à produire l'épuisement.

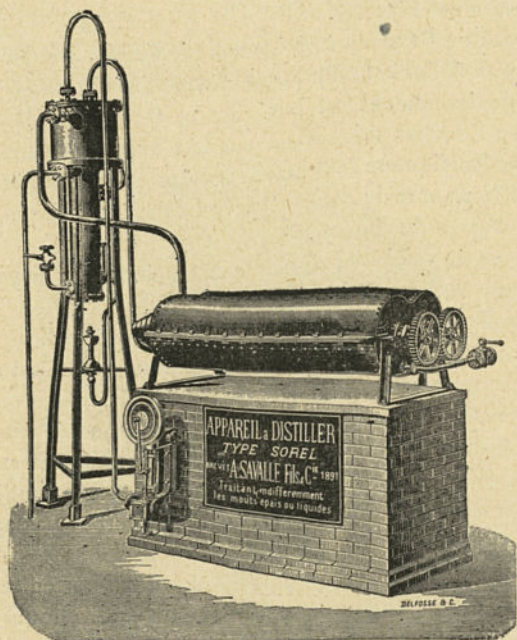


Fig. 38. — Appareil horizontal à distiller (système Sorel).

Comme le mouvement de rotation est lent, il ne peut se produire d'émulsion, et, grâce au mouvement des râclettes, toutes les matières sont maintenues en suspension et finalement expulsées.

On a d'abord fait des essais sur un petit appareil de ce système, qui a permis de traiter indifféremment des moûts de mélasse, des moûts de grains par le malt vert très épais, enfin des lies de vin.

Il a été constaté que, malgré les difficultés d'une installation provisoire, le nouveau distillateur continu dont les plateaux avaient 0 m. 42, a épuisé par heure 300 litres de moûts, en donnant des flegmes à 60°, qu'il ne s'est pas engagé, qu'on a pu l'arrêter 12 heures et le remettre en route sans difficulté, enfin qu'un lavage à l'eau sans démontage l'a complètement nettoyé.

Malgré ses dimensions exigües, cet appareil peut traiter par 24 heures. 7.200 litres de moûts soit clairs, soit épais : ce qui correspond à un travail journalier de 6.000 kilos de pommes de terre.

Dans le but de restreindre les dimensions des appareils, de diminuer l'emplacement nécessaire la maison Egrot a établi la *colonne inclinée à circulation libre*, système Emile Guillaume, dont voici la description (Fig. 39) :

La colonne proprement dite se compose d'une partie supérieure divisée en plusieurs compartiments pour former des chambres de vapeur, et d'un fond incliné sur lequel les moûts à distiller qui arrivent par le tuyau *b* circulent à pleine section sans rencontrer aucun obstacle, alternativement de droite à gauche et de gauche à droite, en descendant, pour arriver dans le dernier compartiment au bas de la colonne.

La section de circulation de ce moût est demi-circulaire, de façon à favoriser l'écoulement en empêchant toute zone de repos.

La vapeur de chauffage arrive en *d*, passe par dessous tous les diaphragmes en barbotant méthodiquement de compartiment en compartiment, pour arriver dans le dôme faisant fonction de brise-mousse, puis se rendre au chauffe-vin, au réfrigérant et à l'éprouvetté.

La vapeur rencontre dans les compartiments supérieurs de la colonne les liquides provenant de la rétrogradation du condenseur. Le degré alcoolique que l'on veut obtenir règle

le nombre de plateaux de cette colonne de concentration.

L'ensemble tubulaire *B* comporte deux parties ; les vapeurs sortant de la colonne commencent à se condenser dans les tubes du haut, dans lesquels le refroidissement est fait par le vin, et remplissent ainsi l'office d'analyseur. La condensation et le refroidissement des vapeurs alcooliques complémentaires se terminent à l'eau dans les tubes inférieurs.

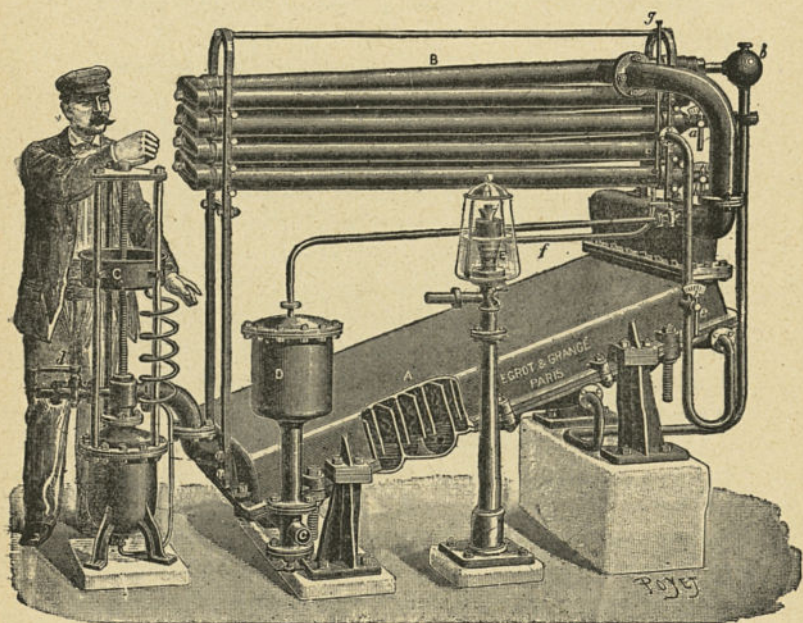


Fig. 39. — Colonne inclinée à circulation libre (système E. Guillaume).

Ces organes tubulaires sont entièrement démontables en quelques minutes.

On peut varier instantanément le régime de pression de l'appareil en tournant la poignée du régulateur à régime variable, système Guillaume. Enfin, on peut modifier en cours de marche le degré de l'alcool en agissant sur le robinet *e*.

Les moûts épuisés de leur alcool étant arrivés dans le compartiment inférieur sont extraits de la colonne à distiller d'une façon continue, en *c* au moyen de l'extracteur *B*.

Les appareils que nous avons décrits dans ce chapitre produisent des alcools impurs ou *flegmes*. Ces derniers sont dits à *bas degré* quand ils marquent 50 à 60° Gay-Lussac ; ils sont à *haut degré* quand ils marquent 95°. Pour obtenir ces derniers, il faut ajouter aux appareils à plateaux des analyseurs, ou rectificateurs ou déflegmateurs.

---

## CHAPITRE IV

### RECTIFICATION

La rectification a pour but d'éliminer des flegmes obtenus par la distillation, toutes les impuretés qu'ils contiennent.

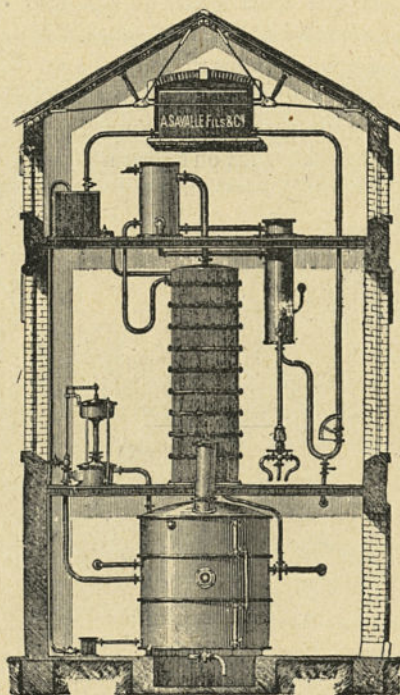


Fig. 40. — Appareil de rectification (système Savalle).

ment. Nous avons vu aux chapitres relatifs aux impuretés



de fabrication de l'alcool et aux fermentations secondaires, que ces produits pouvaient être classés en deux catégories les impuretés *de tête* et les impuretés *de queue*. C'est par une deuxième distillation ou rectification que l'on opère ce fractionnement.

APPAREILS INTERMITTENTS. — L'opération est encore souvent discontinue et se fait dans un appareil composé d'une chaudière à flegme (Fig. 40 et 41) qui renferme un

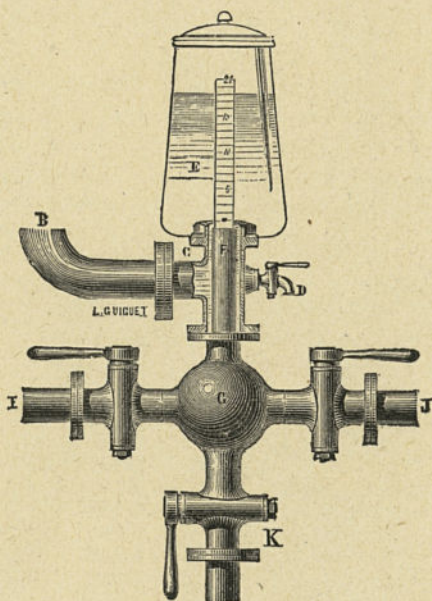


Fig. 41. — Eprouvette.

serpentin à vapeur pour porter le liquide à l'ébullition. Cette bûche communique avec la colonne rectificatrice par l'intermédiaire d'un brise-mousses. Les plateaux sont des disques de cuivre percés d'une multitude de trous et

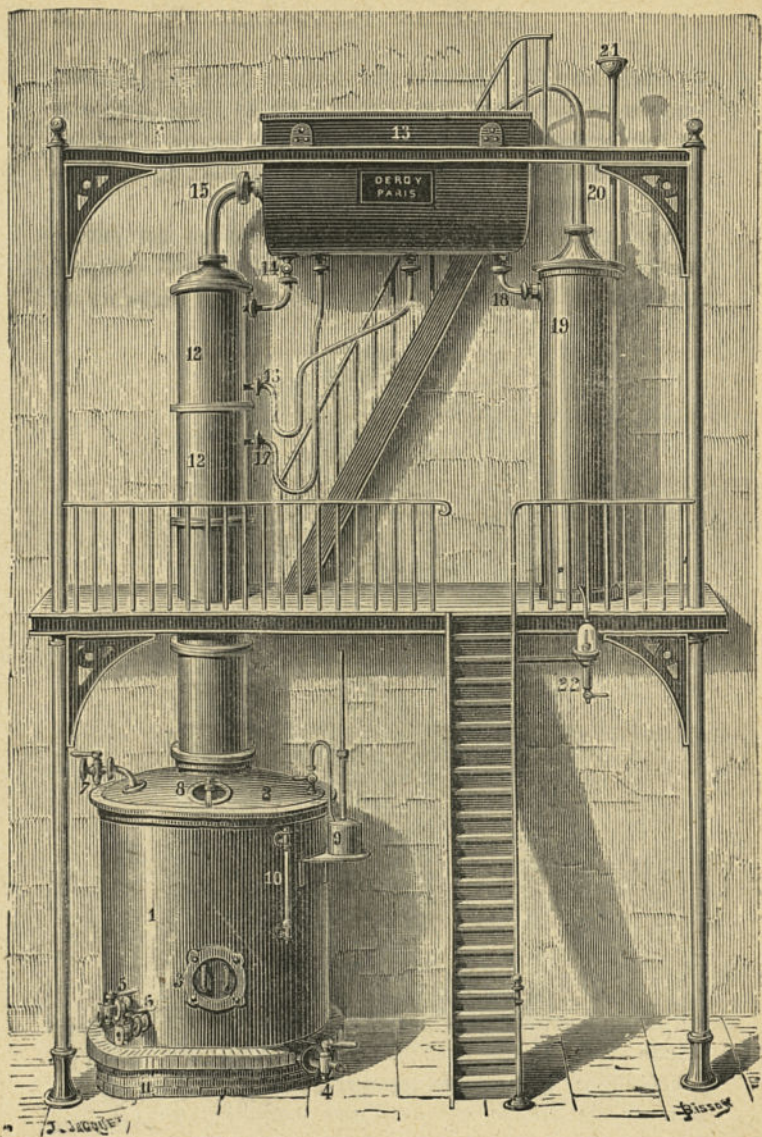


Fig. 42. — Appareil de rectification de Deroy.  
IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

garnis de tubes de retour permettant la rétrogradation. Ce dispositif, très avantageux pour la rectification a l'inconvénient d'entraîner une usure rapide des trous ; aussi on y substitue maintenant les plateaux des colonnes distillatoires et en particulier les plateaux à calottes-peignes. L'appareil se complète par un réfrigérant à eau, en deux parties. Dans la première partie de cet organe les  $\frac{2}{3}$  des vapeurs sont condensées et renvoyées dans la colonne ; l'autre tiers qui contient les vapeurs alcooliques les plus pures se condense dans la deuxième partie de l'éprouvette. Ici nous placerons la description de cette pièce accessoire très importante (Fig. 42). Elle se compose d'un vase de verre garni à l'intérieur d'un tube en cuivre percé, à sa partie inférieure d'un trou d'un centimètre de diamètre par lequel s'effectue la sortie des liquides qui arrivent dans l'éprouvette par la douille. Le tube de cuivre aboutit à un triple branchement qui permet l'écoulement des produits rectifiés dans trois canalisations différentes : tête, queue, bon goût.

Outre l'enrichissement méthodique de l'alcool, le rectificateur sépare les impuretés ; les produits de tête sont volatilisés en même temps que l'alcool, arrivent au réfrigérant sont condensés, reviennent s'analyser à la colonne, alors qu'une très faible partie se rend à l'éprouvette ; les produits de queue sont constamment forcés de rétrograder vers la bêche.

APPAREILS CONTINUS. — Comme on n'obtient pas des résultats absolument parfaits à l'aide des rectificateurs intermittents, comme d'autre part leur usage offre de multiples inconvénients ou s'est efforcé de réaliser les appareils continus.

M. Barbet a imaginé un appareil continu qui donne d'excellents résultats (Fig. 43).

Le flegme est d'abord débarrassé de ses produits de tête

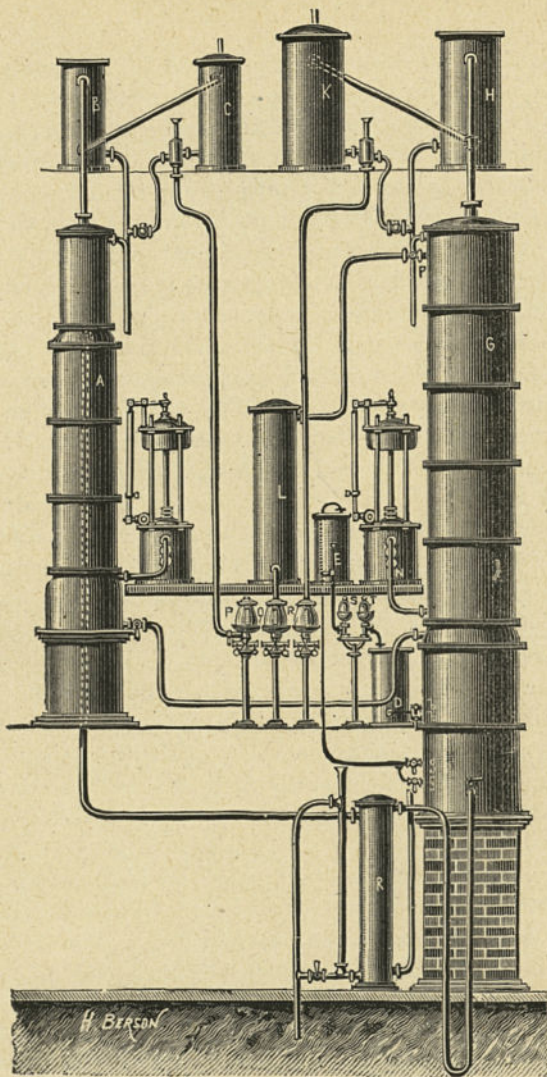


Fig. 43. — Appareil de rectification continue (système Barbet).

dans une colonne épuratrice A, de la même façon que le vin se débarrasse de son alcool dans une colonne distillatoire. Il arrive à la partie inférieure de la colonne épuratrice ne contenant plus que les produits de queue. De là il est envoyé dans la bêche de la colonne G rectificatrice proprement dite. Les produits de queue moins volatils que l'alcool se séparent de la même façon : ils restent sur les plateaux inférieurs alors que l'alcool gagne les plateaux supérieurs pour être recueilli et condensé. Pour éviter l'accumulation des produits de queue, qui empêchent leur entraînement par l'alcool, on les extrait d'une façon continue.

L'appareil est complété par un condenseur H qui fait rétrograder dans la colonne tout ce qui n'a pas atteint 96°.

Voici maintenant la description de l'appareil de rectification continue système Guillaume faite telle que la Maison Egrot et Grangé la présente :

Les flegmes sont reçus dans un réservoir A muni d'un agitateur qui a pour but de régler le degré moyen. Une pompe les porte dans le réservoir R qui alimente d'une façon continue l'appareil. Le débit est réglé par le robinet *v* (Fig. 44).

Ces flegmes, avant d'entrer dans l'appareil proprement dit, par la tubulure K, peuvent circuler dans un appareil placé en contre-bas de la sortie des vinasses épuisées et dans lequel les flegmes entrant sont chauffés au moyen des vinasses qui sortent de la colonne d'épuisement E. Les flegmes déjà chauds sont donc introduits à la partie supérieure dans la colonne B' par la tribune K.

La colonne B' surmontée de la colonne B sert à l'extraction des produits de tête et le conducteur spécial O est chargé de faire rétrograder sur les plateaux de la colonne B les liquides qui, au fur et à mesure qu'ils descendent de plateau en plateau, se purifient de plus en plus pour arriver

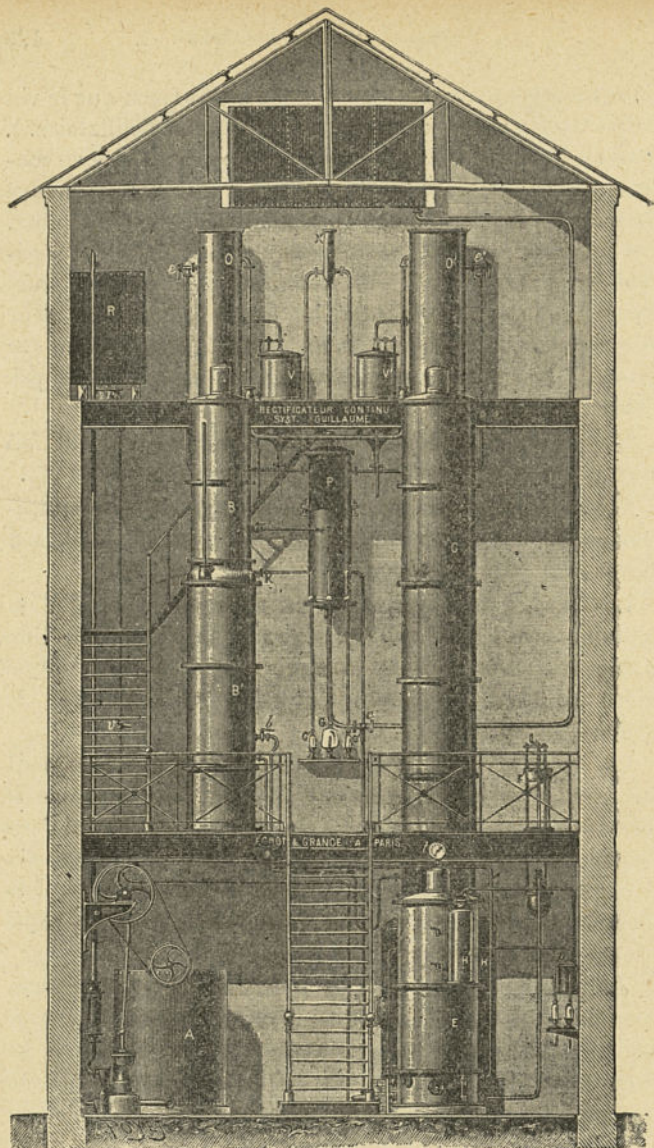


Fig. 44. — Appareil de rectification continue (système Guillaume).  
IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

absolument débarrassés des produits de tête au bas de la colonne B.

Le robinet C placé sur le conducteur O extrait la proportion voulue de produits de tête, refroidis ensuite dans le réfrigérant P et recueillis à l'éprouvette G.

La colonne C ou *colonne à bons goûts* reçoit donc les liquides traités et absolument indemnes des têtes à sa partie inférieure. Ces produits évaporisés s'élèvent dans cette colonne et s'y concentrent de plus en plus pour arriver au condenseur O' d'où un robinet *e'* extrait l'alcool éthylique qui se condense dans le réfrigérant P et est recueilli à l'éprouvette G.

Le récipient H qui est placé en dessous de la colonne à bons goûts est *l'accumulateur volant* qui est décrit dans l'appareil de distillation rectification directe *Guillaume*. Son rôle est de donner à l'appareil la régularité sans laquelle il serait impossible d'obtenir de bons résultats. C'est un volant régulateur susceptible d'absorber les excès momentanés d'alcool qui peuvent se produire dans la colonne et les y restituer sans que la marche générale en soit affectée, de façon à rendre bien stable le régime de la colonne.

Par suite de la lenteur de circulation des liquides dans ce récipient, les huiles y surnagent et sont extraites par un robinet spécial. Les *produits de queue* sont recueillis également dans l'éprouvette J.

Après avoir séjourné dans le récipient accumulateur H le liquide alcoolique traverse la colonne d'épuisement E au bas de laquelle il arrive sans contenir la moindre trace d'alcool, et d'où il est rejeté en dehors.

La vapeur de chauffage dont le débit est réglé automatiquement par le *régulateur à régime variable* F' (décrit précédemment) est introduit au bas de la colonne d'épuisement et au bas de la colonne d'extraction des produits de tête B' par le robinet *b*.

L'appareil comporte également des *régulateurs automatiques d'alimentation d'eau V et V'*.

DISTILLATION-RECTIFICATION DIRECTE ET CONTINUE. — Le dernier terme du perfectionnement à opposer à la distillation continue à bas degré à laquelle on fait succéder la rectification discontinue ou continue, est la *distillation-rectification directe* : obtention d'un flegme à haut degré sou-

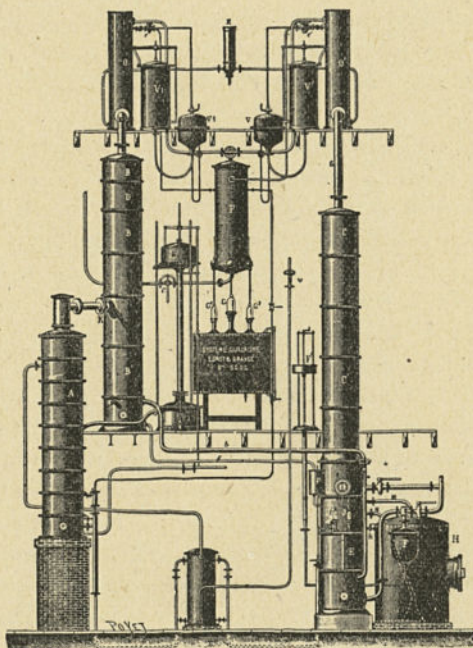


Fig. 45. — Appareil de distillation-rectification continue (système E. Guillaume)

mis ensuite à la rectification continue pour avoir un alcool extra neutre absolument indemne de mauvais goûts de queue. On réalise ainsi une économie de combustible, une



économie de main-d'œuvre. Les bacs à flegmes, les bacs à moyens goûts, les pompes correspondantes sont supprimées.

Dans le système Guillaume une colonne à distiller fournit des vapeurs alcooliques à 40°. Gay-Lussac, que l'on introduit au milieu d'une seconde colonne destinée à l'extraction des produits de tête. De la partie inférieure de la deuxième colonne, l'alcool débarrassé des produits de tête, vient dans une colonne rectificatrice qui sépare les mauvais goûts de queue qui sont extraits méthodiquement et amène l'alcool à marquer 96°5 (Fig. 45).

Le rendement obtenu est d'environ 90 à 93 0/0 d'alcool extra-fin. On arrive ainsi par la distillation-rectification à supprimer presque complètement la freinte de rectification.

### Epuration chimique

Dans le but de produire des alcools de toute première qualité, on a quelquefois recours aux procédés d'épuration chimique. Il s'agit de trouver des substances qui détruisent les mauvais goûts sans modifier l'alcool. C'est ainsi que les alcalis peuvent être employés, dans le but de saponifier les éthers, l'acide sulfurique pour neutraliser les ammoniaques ; mais nous avons vu aussi qu'en présence de l'alcool, ce corps donnait naissance à des éthers, d'où perte.

La filtration sur le charbon de bois a été très employée ; elle est encore en Allemagne où l'on fait usage de batteries de filtres analogues à celle de la figure 46. L'inconvénient de ce procédé réside surtout dans la difficulté de revivifier le charbon de bois ; ce dernier est introduit dans des cornues en fonte, portées au rouge afin d'expulser les impuretés,

l'opération terminée on laisse refroidir le charbon à l'abri de l'air.

Signalons enfin le procédé Bang et Ruffin qui semble donner de meilleurs résultats.

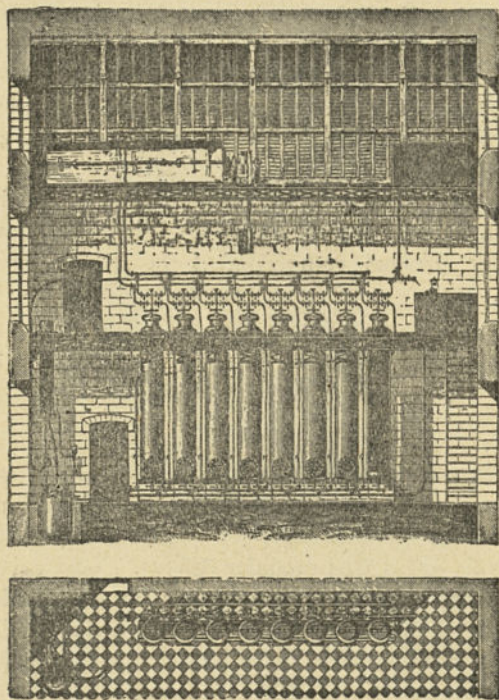


Fig. 46. — Filtres à charbon.

Voici comment M. Grandeau a décrit ce procédé.

Le principe fondamental du procédé industriel est de rompre l'équilibre de solubilité des produits divers qui se trouvent à l'état de dissolution dans les flegmes et dans les alcools bruts et de les mettre en contact, d'une manière

intime, avec un corps qui, bien qu'insoluble dans les flegmes, ait la propriété de se mélanger en toute proportion avec les impuretés, en exerçant un pouvoir dissolvant supérieur au leur.

.....  
 Les hydrocarbures ne se mélangent ni avec l'eau, ni avec l'alcool aqueux : ils ne sont pas attaqués par l'acide sulfurique ; d'autre part, M. Bang a découvert qu'ils sont un excellent dissolvant des alcools supérieurs, des éthers de l'aldéhyde acrylique et des parfums spéciaux à toute espèce de flegmes.

L'action dissolvante des hydrocarbures ne s'exerce pas d'une manière aussi efficace sur l'aldéhyde acétylique, très abondant des alcools en tête ; mais si, préalablement, on traite les flegmes par une base alcaline ou alcaline-terreuse, si on le *polymérise*, comme disent les chimistes, on obtient une résine renfermant tout l'aldéhyde des flegmes et dont l'hydrocarbure s'empare aussi facilement que les alcools à formules élevées.

Tous les hydrocarbures peuvent servir à l'épuration des flegmes, mais MM. Bang et Ruffin emploient de préférence les hydrocarbures lourds, peu volatils de la série grasse saturée ( $C^nH^{2n+2}$ ) qu'on trouve couramment dans l'industrie des pétroles. Le type dont ils se servent, spécialement fabriqué pour eux, a un poids spécifique de 810 à 820 ; il n'émet de vapeurs inflammables qu'à 140° et ne présente dès lors aucun danger d'incendie ; aussi a-t-il été accepté sans surprise par toutes les compagnies d'assurance.

Les hydrocarbures des séries non saturées, les benzines par exemple, pourraient aussi être employés ; mais ils sont coûteux, assez volatils et solubles dans l'acide sulfurique, ce qui occasionnerait des pertes notables dans le traitement en grand.

On comprend, d'après ce qui précède, que si l'on met des

flegmes bruts en contact avec des hydrocarbures, ces derniers s'emparent aisément des principes étrangers, soit qu'ils se trouveront à l'état naturel, comme les alcools à formules élevées, soit qu'ils aient subi une transformation résineuse, comme les aldéhydes.

Dans ce procédé l'hydrocarbure est régénéré.

Pour obtenir ce résultat il suffit de faire passer à travers une couche d'acide sulfurique l'hydrocarbure souillé. L'hydrocarbure cède à l'acide les alcools à formules élevées qui s'y dissolvent en formant des acides sulfo-conjugués et détruit également les impuretés moins stables que les alcools, tels que l'aldéhyde polymérisée, les éthers, etc. Ainsi purifié l'hydrocarbure rentre immédiatement et automatiquement dans le travail et sert indéfiniment.

Si l'on prolonge suffisamment l'injection de l'hydrocarbure dans les flegmes (vingt-quatre, trente-six ou quarante-huit heures, suivant le degré d'impureté de ces derniers) on arrive à l'enlèvement *complet* de tous les alcools de tête et de queue, et, finalement, on peut retirer de 400 litres d'alcool impur, 97 litres d'alcool totalement exempt de produits étrangers. Les 3 p. 100 manquant représentent le déchet inévitable dans tout traitement industriel pratiqué sur une grande échelle.

La distillation des flegmes, ainsi débarrassés de leurs impuretés, s'effectue dans les appareils ordinaires.

---

## CHAPITRE V

### ESSAI DES ALCOOLS

Avant de soumettre le vin à la distillation, le distillateur a souvent intérêt à connaître la quantité d'alcool qui y est contenue.

Il peut avoir recours pour se renseigner, à divers appareils : les ébullioscopes et les alambics d'essai.

Parmi les ébullioscopes, qui sont des appareils destinés à doser l'alcool par la mesure de la température d'ébullition, nous citerons celui de Malligand.

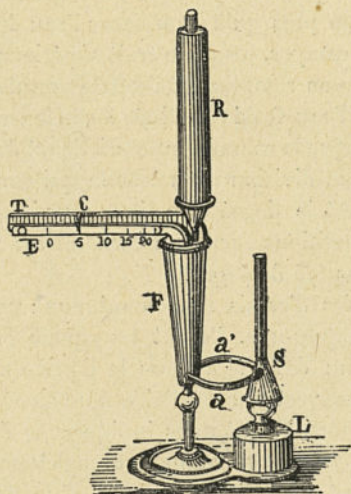


Fig. 47. — Ebullioscope Malligand.

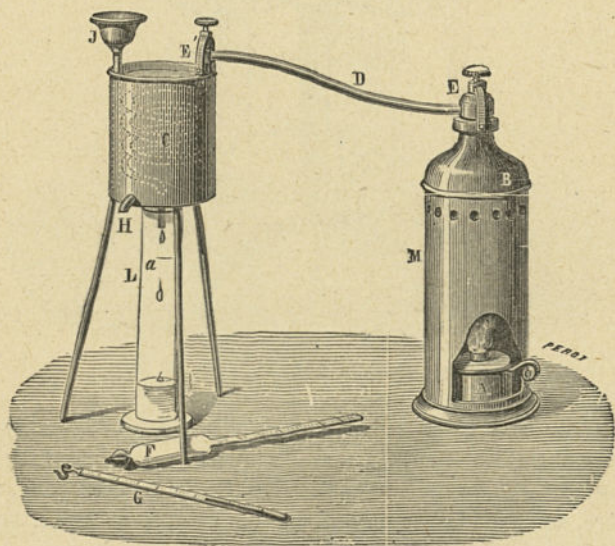
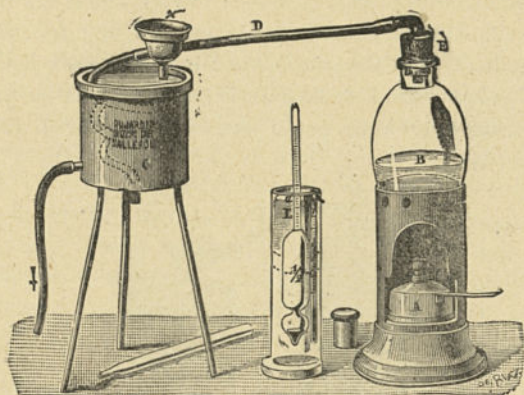
L'ébullioscope Malligand se compose d'une chaudière

portant intérieurement deux viroles indiquant deux niveaux. Elle peut être chauffée à l'aide d'une lampe à alcool par un petit thermosiphon faisant corps avec elle. Cette chaudière est fermée par un couvercle portant un réfrigérant ascendant et un thermomètre coudé à angle droit fixé le long d'une lame de cuivre. Au-dessous de la tige du thermomètre se déplace une petite réglette, qui peut être arrêtée en une position fixe au moyen d'une vis à pression. On commence par régler l'appareil, et pour cela on verse de l'eau dans la chaudière jusqu'à la virole inférieure, on visse le couvercle et l'on chauffe. Le mercure, se déplace dans le tube du thermomètre, puis conserve une position fixe. La réglette est alors déplacée jusqu'à ce que son zéro coïncide avec l'extrémité de la colonne mercurielle. Dans ces conditions, pour déterminer le degré alcoolique d'un vin, il ne reste plus qu'à remplacer l'eau de la chaudière par du vin à essayer, jusqu'au trait supérieur et recommencer l'opération en remplissant l'espace annulaire du réfrigérant avec de l'eau froide destinée à condenser les vapeurs d'alcool. Lorsque la colonne mercurielle est devenue stationnaire, on lit la division de l'échelle qui correspond à son extrémité. C'est le degré alcoolique du vin. Dans les plus mauvaises conditions l'erreur commise avec cet instrument ne dépasse pas  $\frac{1}{3}$  de degré.

Les alambics d'essais sont nombreux : nous n'en décrivons que quelques-uns. Ils ont tous pour but de distiller l'alcool contenu dans le vin ou le liquide alcoolique, afin de pouvoir peser cet alcool à l'aide d'un alcoomètre de Gay-Lussac, instrument dont nous indiquerons l'usage ensuite.

L'*Alambic Salleron* se compose d'une chaudière en verre, communiquant, par l'intermédiaire d'un tube de caoutchouc, avec un serpentin réfrigérant.

On mesure dans la burette ou dans la carafe L le liquide à distiller ; à l'aide de la pipette, on amène très exactement

Fig. 48-49. — Alambics Salleron, N<sup>o</sup>s 1 et 2.

le niveau devant le trait supérieur et l'on vide le contenu de la burette dans la chaudière. On remplit une seconde fois la burette de la même manière et l'on verse encore le liquide dans la chaudière. Il reste dans la burette quelques gouttes de vin; on y ajoute un peu d'eau, on rince, et l'on verse de

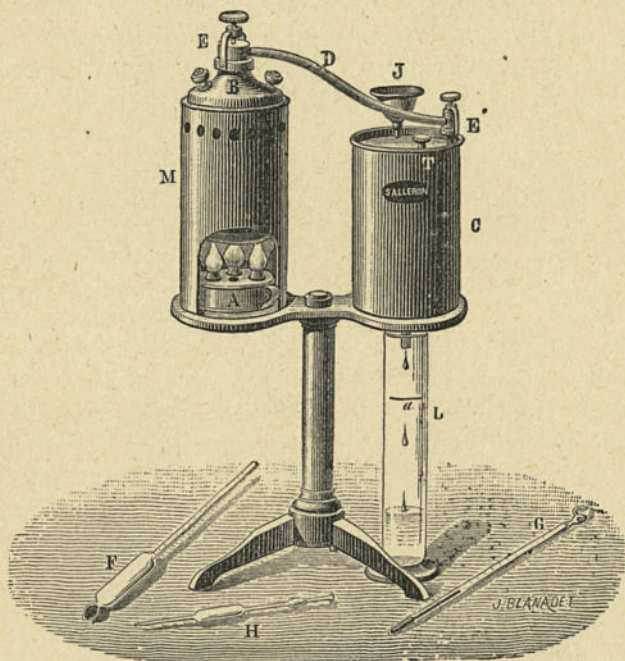


Fig. 50. — Alambic Salleron, N° 3.

nouveau cette petite quantité de liquide dans la chaudière. On est certain de cette manière, que la totalité du vin mesurée est soumise à la distillation. On ferme alors la chaudière, soit avec le bouchon E dans le modèle n° 1 (fig. 48), soit avec les vis de pression EE' et le raccord E dans les



modèles n° 2 et n° 3 (fig. 49 et fig. 50). On verse de l'eau froide dans le réfrigérant G et il ne reste plus qu'à allumer la lampe pour que l'appareil fonctionne.

Le vin ne tarde pas à entrer en ébullition; la vapeur s'engage dans le serpentín, s'y condense et tombe dans la burette. On renouvelle de temps à autre l'eau du réfrigérant au moyen de l'entonnoir J et l'on reçoit, par le tube déversoir H, l'eau qui s'est échauffée. On distille jusqu'à ce que le liquide recueilli dans la burette arrive un peu au-dessous du trait supérieur et on complète le volume jusqu'à ce trait, à l'aide de la pipette avec un peu d'eau pure. Lorsqu'on opère avec une carafe de 200 cc. par exemple, on distille jusqu'à ce qu'on ait recueilli environ les  $\frac{2}{3}$  de son contenu.

L'*Alambic Egrot* est figuré ci-contre (Fig. 51).

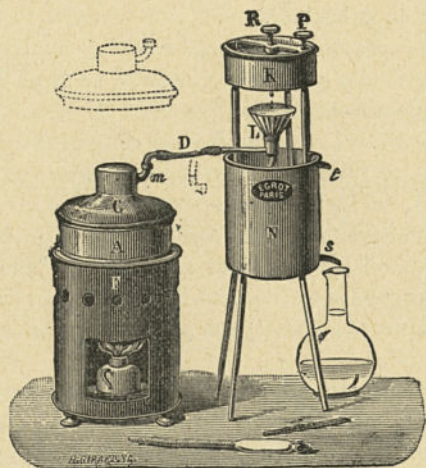


Fig. 51. — Alambic Egrot.

Dans la chaudière de cuivre étamé A, qui peut recevoir

un bain-marie, on place le produit à distiller. La chaudière est fermée par un chapiteau C qui, placé simplement dessus, produit une fermeture hermétique. Le col de cygne D formé d'un tube flexible dont l'extrémité s'ajuste en M, établit la communication entre le chapiteau et le rectificateur L.

Ici les vapeurs pauvres en alcool se condensent et retournent, par la pente même du col de cygne, à la chaudière, dans laquelle elles se distillent à nouveau. L'action du rectificateur est réglée par l'arrivée des gouttes d'eau que laisse tomber la petite clé R au fond du récipient A. Seules les vapeurs riches en alcool traversent le rectificateur, passent dans le serpentin, d'où elles tombent sous forme de gouttes d'alcool dans l'éprouvette ou tout autre récipient gradué. L'un des trois pieds qui soutiennent le récipient R est creux, et sert à renouveler au moyen de la clé P l'eau du réfrigérant de la bêche N.

Le *nouvel alambic Egrot (petit modèle)* permet de soumettre à l'analyse des quantités variant d'un demi-litre à quatre litres, en une seule fois.

Le dispositif de l'*Alambic Deroy*, comporte un chapiteau lenticulaire rectificateur effectuant une analyse rationnelle des vapeurs, de sorte qu'en opérant sur des jus fermentés, même très faibles, on obtient des produits d'un degré beaucoup plus élevé qu'avec tout autre alambic d'essai, ce qui permet de constater exactement la richesse alcoolique de ces jus, ainsi que la qualité des produits qu'ils donnent à la distillation (Fig. 52).

Dans ce dernier cas, on a soin de faire le fractionnement, c'est-à-dire de recueillir séparément les parties de mauvais goût du début et de la fin de l'opération pour goûter à part le cœur du produit qui en est la meilleure portion.

Mais si l'on distille dans le seul but de connaître la teneur alcoolique du jus fermenté ou vin mis à l'essai, on laisse

tout couler dans le même vase. Le nombre de centilitres de produit alcoolique obtenu d'un litre de vin, jus fermenté ou

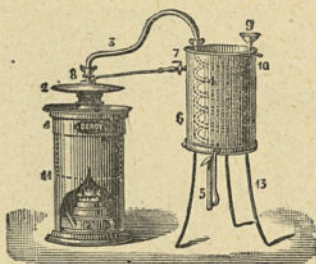


Fig. 52. — Alambic Deroy.

autre matière alcoolique, multiplié par le nombre de degrés qu'indique l'alcoomètre et divisé par 100, donne exactement la force de ce vin.

*Exemples :*

Du vin dont 1 litre produit 20 centilitres d'alcool à 50 degrés pèse :

$$\frac{20 \times 50}{100} = \frac{1000}{100} = 10 \text{ degrés de richesse alcoolique.}$$

Du vin dont 1 litre produit 18 centilitres d'alcool à 32 degrés pèse :

$$\frac{18 \times 32}{100} = \frac{576}{100} = 5 \text{ degrés 76 centièmes de richesse}$$

alcoolique.

La maison *Savalle* a établi un alambic destiné surtout au contrôle de l'épuisement des vinasses (Fig. 53). Il se compose d'une bûche dans laquelle on peut introduire dix litres de liquide; cette chaudière est surmontée d'une colonne à plateaux où l'alcool se concentre; la rétrogradation dans la colonne est assurée par un analyseur placé à sa partie

supérieure qui ne laisse passer que les vapeurs les plus

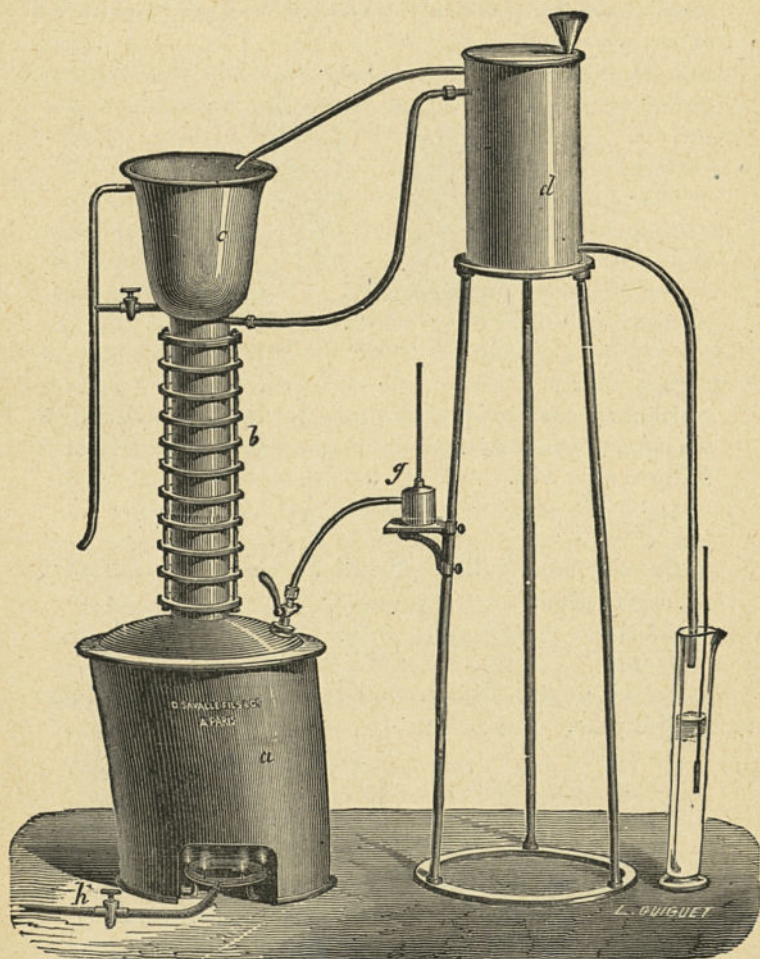


Fig. 53. — Alambic Savalle.

riches vers le réfrigérant où elles sont condensées pour être recueillies dans une éprouvette.

Tous ces appareils fournissent des volumes déterminés de mélange d'alcool et d'eau dans lesquels il faut déterminer la proportion exacte d'alcool qui y est contenue ; c'est ce qui se fait à l'aide de l'*alcoomètre de Gay-Lussac*. Voici la marche à suivre pour déterminer la richesse alcoolique :

On verse un volume V de liquide dans l'un des appareils précédemment décrits, on distille ce liquide et on recueille à peu près les  $\frac{2}{3}$  du volume primitif dans le récipient jaugé qui a servi à le mesurer. Avec de l'eau distillée on complète le volume à V, on agite soigneusement et on transvase le liquide dans une large éprouvette à pied dans laquelle seront plongés successivement le thermomètre et l'alcoomètre. Pour que les indications de ce dernier instrument soient exactes, il faut que le liquide distillé mouille parfaitement la tige ; il est donc très important de maintenir l'appareil très propre. Une bonne précaution à prendre consiste à essuyer la tige, avant de se servir de l'appareil, avec un papier imbibé de lessive de soude. On effectue la lecture en plaçant l'œil au-dessous de la surface du liquide. On note l'indication du thermomètre et l'on détermine à l'aide de tables la *richesse alcoolique réelle à 15°*.

Le distillateur ne s'intéresse pas seulement à la quantité d'alcool obtenu, mais il doit vérifier aussi constamment la qualité du produit que lui délivrent ses appareils. M. Savalle a établi dans ce but un petit nécessaire d'emploi pratique et rapide : le *diaphanomètre* (Fig. 54). Voici le mode opératoire à suivre : 10 cc. d'alcool distillé ramené à 50° ou non, sont mesurés à l'aide d'une petite éprouvette jaugée et versée dans un petit ballon ; on y ajoute la même quantité d'un réactif spécial qui n'est autre que de l'acide sulfurique pur et monohydraté ; on chauffe le mélange assez rapidement et en l'agitant constamment. Dès le début de l'ébullition on cesse de chauffer et le ballon est mis à refroidir complètement à l'abri

des poussières. Après quoi le liquide coloré est versé dans le petit flacon qui accompagne le nécessaire. La coloration

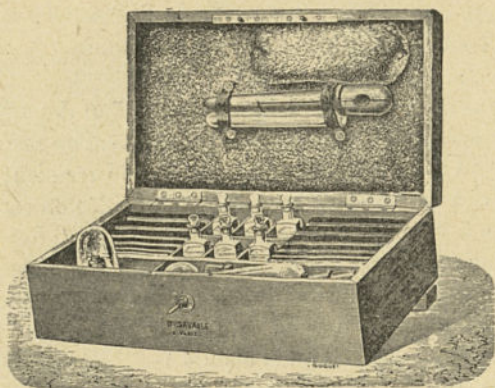


Fig. 54. — Nécessaire Savalle.

est alors comparée avec des lames de verre coloré dans la masse. Le degré diaphanométrique est d'autant plus élevé que l'alcool est moins bien rectifié.

Voici maintenant le procédé préconisé par M. Barbet. Il est basé sur la durée de décoloration du permanganate de potassium par l'alcool : cette durée est d'autant moindre que l'alcool est plus impur (Fig. 55).

50 cc. d'alcool à essayer ramené à 42°5 sont mesurés et introduits dans un flacon bouché à l'émeri que l'on porte à 18° en le chauffant à la main. Rapidement on verse dans le flacon 2 cc. de réactif (solution de permanganate de potasse à  $\frac{1}{5000}$ ) et l'on note l'heure exacte au moyen d'un chronomètre. La coloration s'atténue peu à peu, pour arriver à la teinte *saumon pâle* donnée par un type obtenu en mélangeant 10 centimètres cubes de chlorure de cobalt en solution

à 5 0/0 et 14 centimètres cubes de nitrate d'urane à 4 0/0 et complétant à 100 cc. avec de l'eau distillée. On note le

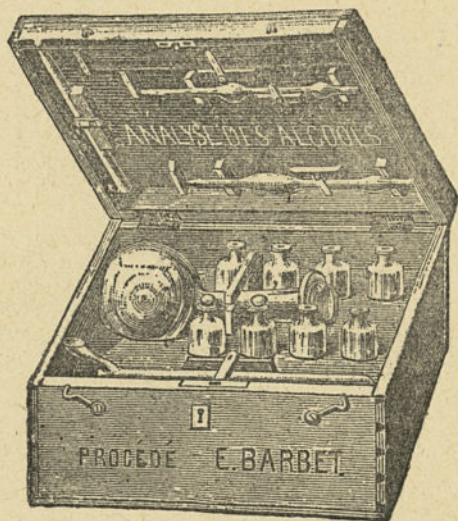


Fig. 55. — Nécessaire Barbet.

temps qui s'est écoulé pour que le permanganate prenne cette teinte. La durée ne doit pas être inférieure à 30 minutes pour les trois-six extra-fins et 15 minutes pour les trois-six surfins. Ajoutons que ce procédé est adopté par la régie du monopole des alcools en Suisse.





## L'ALCOOL INDUSTRIEL

La production de l'alcool en France est donnée dans le tableau suivant, comparativement avec ce qu'elle était en 1885 :

| Alcools de :           | Production totale en hectolitres |           |         |
|------------------------|----------------------------------|-----------|---------|
|                        | 1885                             | 1900      | 1901    |
| Substances farineuses. | 567.768                          | 622.620   | 320.766 |
| Mélasses.....          | 728.523                          | 646.888   | 932.131 |
| Betteraves.....        | 463.451                          | 1.040.691 | 942.281 |
| Vins.....              | 23.240                           | 84.501    | 266.573 |
| Cidres poirés.....     | 20.908                           | 3.349     | 5.111   |
| Marc, lies.....        | 43.853                           | 14.879    | 17.518  |
| Fruits.....            | 8.680                            | 2.893     | »       |
| Substances diverses... | 7.028                            | 747       | 726     |

Ce tableau indique combien est importante la production de l'alcool industriel : 2.195.178 hectolitres vis-à-vis de la quantité d'alcool de bouche : 289.202 hectolitres. Sans négliger la description des méthodes permettant d'obtenir rationnellement et à bon compte des eaux-de-vie de bonne qualité, nous avons insisté sur les différents moyens d'obtention des alcools d'industrie. Nous avons voulu signaler les récents perfectionnements industriels qui permettent d'obtenir des alcools neutres à titre élevé, dans de bonnes conditions économiques : application de la diffusion aux petites distilleries agricoles ; mise en fermentation à l'aide des levains purs d'après les procédés Guillaume, Jacquemin, Barbet ; distillation continue et distillation-rectification

directe et continue réalisant des économies de combustible, de vapeur, de main-d'œuvre, supprimant les freintes de rectification, etc.

Les applications de l'alcool sont nombreuses. Indépendamment des usages dans les industries chimiques : fabrication des vernis, du collodion et du celluloid, des éthers, des savons, du chloroforme, des fulminates, des tanins, des alcaloïdes, des matières colorantes, etc., l'alcool est employé en grande quantité pour l'extraction des parfums, pour la fabrication des différentes préparations usitées en parfumerie. Les liquoristes l'emploient en grande quantité pour préparer les vermouths, absinthes, chartreuses, menthes, curaçaos, cassis, etc. Enfin les laboratoires de chimie, les pharmaciens, etc., utilisent de notables proportions d'alcool.

Pour bénéficier de la réduction sur les impôts qui frappent l'usage de l'alcool, il faut faire subir à ce dernier la *dénaturation*, c'est-à-dire lui ajouter une certaine quantité d'un produit qui l'empêche d'être livré à la consommation de bouche ou à diverses industries qui peuvent supporter l'impôt.

Les alcools présentés à la dénaturation ne doivent pas contenir plus de 1 0/0 d'huiles essentielles et impuretés. Ils doivent marquer 90° alcoométriques à 15°.

Les méthylènes servant à la dénaturation doivent marquer 90° alcoométriques à 15° et contenir 25 p. cent d'acétone (avec une tolérance de 0,5 0/0 en plus ou en moins) et, 2,5 0/0 des impuretés pyrogénées, qui leur communiquent une odeur très vive et caractéristique, des produits bruts de la distillation du bois.

Une campagne très active est menée en ce moment pour développer les usages de l'alcool en ce qui concerne le chauffage, l'éclairage, l'application à la force motrice, etc. Le gouvernement a pris l'initiative d'un concours international entre les différents appareils utilisant l'alcool à l'un de ces trois points de vue. Le succès en a été complet. La question

d'emploi de l'alcool au chauffage et à l'éclairage ainsi qu'à la force motrice peut être considérée comme résolue au point de vue technique.

Les moteurs à alcools emploient pour bien fonctionner un mélange d'alcool et de benzine en parties égales. Ils présentent sur les moteurs à pétrole de très nombreux avantages : facilité d'allumage, de mise en marche et de conduite, douceur de fonctionnement, etc. Les gaz d'échappement n'ont pas l'odeur si désagréable que l'on constate avec les moteurs à pétrole. Cependant il faut bien dire que l'alcool appliqué aux moteurs ne peut encore rivaliser avec le pétrole au point de vue économique, car ce dernier livre le cheval-vapeur à un prix un peu moins élevé. Ce n'est pas une question très importante pour l'application de l'alcool aux automobiles et même à la navigation de plaisance ; mais elle est trop primordiale au point de vue agricole et industriel pour qu'on puisse encore conseiller l'emploi de l'alcool dans toutes les exploitations agricoles.

En ce qui concerne le chauffage, le concours a vu apparaître une foule de petits appareils domestiques d'usages variés : réchauds, calorifères pour cabinet de travail, salle de bains, etc., fers à repasser, lampes et fers à souder, etc. Dans la plupart de ces instruments on brûle, non plus l'alcool lui-même par l'intermédiaire d'une mèche, mais bien la vapeur d'alcool produite dans un récipient voisin. Dans ces conditions, au point de vue de l'utilisation calorifique, un litre d'alcool équivaut à peu près à un mètre cube de gaz. Donc, dès maintenant, un important débouché est offert et incessamment toutes les cuisines seront pourvues de ces réchauds dont la commodité réside encore dans leur propreté, les facilités d'allumage et d'extinction et l'absence d'odeur et de tout danger d'explosion.

Deux systèmes principaux sont employés pour appliquer l'alcool à l'éclairage. Un premier consiste à carburer ce

liquide par une addition de benzine pour le brûler ensuite par l'intermédiaire d'une mèche, comme dans nos lampes ordinaires. Ce procédé qui a de grands avantages : propreté, faculté de pouvoir déplacer la lampe très facilement, ne semble pas très économique. Le deuxième système consiste à vaporiser l'alcool puis à l'enflammer tout en lui fournissant une quantité d'air suffisante pour assurer sa combustion complète ; la chaleur fournie par cette combustion sert à porter à l'incandescence un manchon analogue au manchon Auer. Pour réaliser la combustion complète de l'alcool on le vaporise en utilisant les chaleurs perdues, la conductibilité ou une veilleuse, puis on fait échapper les vapeurs dans le pied d'un petit bec Bunsen, leur vitesse est suffisante pour entraîner l'air nécessaire à leur combustion complète.

L'alcool parvient dans la chaudière à vaporiser soit au moyen de l'air comprimé, soit encore par capillarité à l'aide de mèches, soit enfin par simple différence de niveau, le réservoir étant en charge sur la chaudière. La lumière obtenue par ce procédé est aussi belle, aussi éclatante que celle que nous pouvons observer partout avec les becs du système Auer et laisse bien loin derrière elle la jaune et fumeuse flamme de la lampe à pétrole.

Ainsi ce ne sont pas les débouchés qui manquent à l'alcool, mais pour que l'agriculture et l'industrie agricole puissent en profiter largement il faut que le prix de vente du litre du fameux liquide soit abaissé à 25 centimes le litre. Pour réaliser ce but il faut d'abord une intervention de l'Etat, abaissant le prix des dénaturants, diminuant les taxes de dénaturation, etc. Mais il faut surtout que nos cultivateurs et industriels, imitant l'exemple des Allemands — qui, eux, possèdent l'alcool à 25 centimes — oublient leurs dissentiments et s'unissent dans une action commune pour assurer l'écoulement rémunérateur pour eux d'un produit français économique pour tous.

# TABLE DES MATIÈRES

---

## PREMIÈRE PARTIE

### L'alcool

#### CHAPITRE PREMIER

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| HISTORIQUE DE L'ALCOOL..... | 1 |
|-----------------------------|---|

#### CHAPITRE II

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DE L'ALCOOL.....                           | 8  |
| Table de contraction des mélanges d'eau et d'alcool à + 15°.....             | 9  |
| Densité des mélanges d'eau et d'alcool $\Delta$ + 15°.....                   | 10 |
| Tables de la densité de l'alcool à différentes températures, d'après Tralles | 11 |
| Actions des acides.....                                                      | 12 |
| Action de l'oxygène.....                                                     | 12 |
| Alcool absolu.....                                                           | 13 |
| Impuretés de fabrication.....                                                | 14 |

#### CHAPITRE III

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| I. MATIÈRES ALCOOLISABLES..... | 17 |
| Glucoses.....                  | 17 |
| Saccharoses.....               | 18 |
| Amyloses.....                  | 19 |
| Dextrines.....                 | 19 |
| II. FERMENTATION.....          | 20 |
| Fermentation alcoolique.....   | 20 |
| Fermentations diverses.....    | 23 |
| Fermentation acétique.....     | 23 |
| Fermentation lactique.....     | 23 |
| Fermentation butyrique.....    | 24 |
| III. SOURCES DE L'ALCOOL.....  | 24 |

## DEUXIÈME PARTIE

## Les eaux-de-vie

## CHAPITRE PREMIER

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| L'EAU-DE-VIE DE VIN.....                | 27 |
| Appareils intermittents.....            | 30 |
| Appareils continus.....                 | 35 |
| Marche générale de la distillation..... | 41 |
| Choix des appareils.....                | 41 |

## CHAPITRE II

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| LES EAUX-DE-VIE DE MARCS.....                | 42 |
| I. DISTILLATION DES MARCS EN NATURE.....     | 42 |
| Distillation à feu nu.....                   | 43 |
| Distillation au bain-marie ou au panier..... | 44 |
| Distillation à la vapeur.....                | 46 |
| II. DISTILLATION DES PIQUETTES DE MARCS..... | 48 |

## CHAPITRE III

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| LES EAUX-DE-VIE DE FRUITS..... | 51 |
| Première méthode.....          | 51 |
| Deuxième méthode.....          | 51 |

## TROISIÈME PARTIE

## L'alcool d'industrie

## CHAPITRE PREMIER

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| OBTENTION DU JUS SUCRÉ.....                  | 55 |
| Extraction du jus de betteraves.....         | 55 |
| Les silos.....                               | 56 |
| Mise en tas.....                             | 57 |
| Emmagasinage dans les caves ou celliers..... | 57 |
| Lavage des betteraves.....                   | 58 |
| Macération.....                              | 60 |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Saccharification de l'amidon des grains.....                          | 72 |
| Saccharification des grains par les acides.....                       | 72 |
| Saccharification des grains par le malt.....                          | 75 |
| Saccharification et fermentation au moyen de l'Amylomices Rouxii..... | 77 |
| Saccharification de la fécule de pommes de terre.....                 | 78 |

## CHAPITRE II

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| FERMENTATION.....                                         | 88  |
| Fermentation du jus de betterave.....                     | 90  |
| Fermentation des mélasses de betteraves.....              | 107 |
| Fermentation des grains et de la fécule saccharifiés..... | 111 |

## CHAPITRE III

|                   |     |
|-------------------|-----|
| DISTILLATION..... | 113 |
|-------------------|-----|

## CHAPITRE IV

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| RECTIFICATION.....                                     | 124 |
| Appareils intermittents.....                           | 125 |
| Appareils continus.....                                | 127 |
| Distillation. — Rectification directe et continue..... | 130 |
| Epuration chimique.....                                | 131 |

## CHAPITRE V

|                        |     |
|------------------------|-----|
| ESSAI DES ALCOOLS..... | 137 |
|------------------------|-----|

## SUPPLÉMENT

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| L'alcool industriel..... | 148 |
|--------------------------|-----|





*Firmin RAMLOT Frère et Sœur, Libraires,*  
*25, rue Grétry. — Bruxelles.*

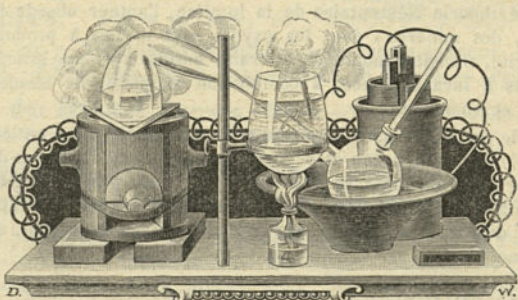
---

# Électricité

INDUSTRIES DIVERSES

Arts et Manufactures — Chimie Industrielle

PREMIÈRE PARTIE



Ces livres sont envoyés franco, joindre à la demande le montant en un mandat-poste

*Nous fournissons également tous les ouvrages de Science, Industrie, Littérature, etc., qui ne figurent pas dans nos Catalogues.*

**La Maison se charge de publier à son compte ou à celui des Auteurs tous les ouvrages se rattachant à sa spécialité**

1903

BRUXELLES

**Firmin RAMLOT Frère et Sœur, Libraires**

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1, 25

*Accumulateurs* (VOIR ÉLECTRICITÉ, PILES).

**Les Accumulateurs électriques.** Nouvelle édition, par F. CACHEUX, ingénieur-électricien. — 1 vol. in-16 avec figures dans le texte, 1901. — Prix . . . . . 4 fr.

TABLE DES CHAPITRES. — Description et mode d'emploi des piles secondaires. — Les accumulateurs anciens et nouveaux. — Montage des éléments et choix du local pour les accumulateurs. — Charge et décharge. — Les accidents : leurs causes et leurs remèdes. — Résumé.

*Acétylène.*

**L'Acétylène et ses Applications, l'Incandescence par le Gaz et le Pétrole,** par F. DOMMER, ingénieur des Arts et Manufactures, professeur à l'École de physique et de chimie industrielles de la Ville de Paris; 1 beau vol. in-16, 220 fig. — Prix . . 4 fr. 50

Après une théorie élémentaire de la lumière, l'auteur aborde la description, peu connue, des minéraux dont les oxydes sont utilisés à produire l'incandescence : thorite, orangite, monazite, et traite ensuite avec une grande compétence les appareils à incandescence, à combustion complète, de Siemens, Bandsept, Denayrouse et Auer, etc.

La seconde partie, la plus importante de cet ouvrage, est entièrement consacrée à l'Acétylène, le nouveau et déjà célèbre concurrent du gaz et de l'électricité. Tout ce que nous savons à ce jour sur l'acétylène, préparation de carbure de calcium, emploi dans l'éclairage, lampes mobiles, régulateurs, application à la carburation du gaz, à la traction, aux produits chimiques, alcool, etc., est décrit minutieusement.

*Acide sulfurique.*

**Fabrication de l'Acide sulfurique.** Procédés de contact, par E. PETITGOUT, in-16, 10 figures, 1902. — Prix . . . . . 1 fr. 50

*Aérostation.*

**Manuel pratique de l'Aéronaute.** Étoffe. — Couture. — Filet. — Soupape. — Nacelle. — Lest. — Guide-rope. — Courants. — Observations. — Descente, etc. — Par W. DE FONVIELLE; in-16, figures. — Prix . 5 fr.

**3,000 kilomètres en Ballon,** par Maurice FARMAN, 1 volume in-8° illustré de nombreuses figures. — Prix . . . . . 3 fr. 50

**Machines aériennes d'aluminium** (Fusaires et Uranes), par CONST. FONTANA, in-16 avec figures. — Prix . . . . . 1 fr. 50

**Aérodynamique** (Description et direction des ballons, par MIRET, in-8°, 58 pages, 37 figures. — Prix . . . . . 2 fr. 50

*Agriculture.***Petite Encyclopédie d'Agriculture.**

publiée sous la direction de M. A. LARBALÉTRIER, professeur à l'École d'Agriculture de Grand-Jouan. Chaque ouvrage forme un volume in-16 avec nombreuses figures dans le texte. Les 10 volumes ensemble. Prix : 15 fr.



**Les Engrais.** Engrais chimiques. — Engrais naturels. — Engrais composés. — Formules. — Besoins des Plantes. — Analyse des Engrais par F. LEGRAND, 19 figures. — Prix . . . . 1 fr. 50

**Le Drainage des Terres arables.** Drains en bois, en

poterie, etc. — Travaux sur le terrain. — Drainages spéciaux. — Fonctionnement. — Avantages, par A. LARBALÉTRIER, 29 figures. — Prix. 1 fr. 50



**Élevage du Bétail.** Chevaux. — Bœufs. — Vaches. — Moutons. — Porcs, etc. par Em. DARBORY, propriétaire-éleveur, 55 figures . . . . . 1 fr. 50

**Nos Légumes et nos Fleurs.** Caractères. — Variétés. — Culture. — Maladies, etc., par E. FAVERI et A. LARBALÉTRIER, 56 figures. 1 fr. 50

**Laiterie, Beurre et Fabrication des Fromages.** Lait. — Analyse. — Conservation. — Écrémage. — Barattage. — Conservation. — Fromages mous, frais, affinés, cuits, etc., par E. RIGAUD, professeur à l'École d'Agriculture de Mende, 320 pages, 73 figures . . . . . 3 fr.

**Machines agricoles et Constructions rurales.** Charrues. — Herses. — Semoirs. — Faucheuses. — Moissonneuses. — Lieuses. — Batteuses, etc. — Constructions : Écuries. — Bouveries. — Étables, in-16, nombreuses figures, par G. MÉNUL, 112 figures. — Prix. . . . . 1 fr. 50

**Céréales et Fourrages.** Culture pratique. — Froment. — Seigle. — Orge. — Avoine. — Sarrasin. — Trèfle. — Betterave, etc., par A. LARBALÉTRIER, 51 figures . . . . . 1 fr. 50

**Arbres fruitiers et la Vigne.** Fumure. — Conduite. — Multiplication. — Variétés : Abricotier. — Amandier. — Cerisier, etc. — La Vigne. — Cépâge, Culture, Accidents, Maladies, par P. D'AYGALLIERS, 46 figures. . . . . 3 fr.

**Cidre, Poiré et Boissons économiques.** Culture du pommier et du poirier. — Fabrication du cidre et du poiré. — Maladie du cidre, remèdes. — Eaux-de-vie. — Vinaigre. — Conservation des fruits. — Vins de fruits frais, tapés. — Vins de fruits frais Cerises, Prunes, Framboises, Groseilles, etc., 24 fig., par E. RIGAUD. 1 fr. 50

**Volailles, Lapins et Abeilles.** Poules. Élevage, Incubation, Engraissement, Pintades, Dindons, Oies, Canards, Pigeons. — Lapins. Élevage, Alimentation. — Abeilles. Colonies, Nourriture, Rucher, Essaimage, Ruche, Récolte du miel, par E. PARADIS et A. MONTOUX, 52 fig.— Prix. **1 fr. 50**

**Conserves alimentaires.** Fruits, Légumes, Poissons et Viandes, par DE NOTER; 1 beau volume in-16, 67 figures. — Prix . . . . . **3 fr.**

**Fabrication de l'alcool; Distilleries agricoles,** par E. ROBINET et G. CANU; 1 vol. in-16, 55 figures, cartonné.— Prix **3 fr.**

**La Vaccination charbonneuse,** d'après PASTEUR, par CH. CHAMBERLAND; in-8°, 40 figures, cartonnage toile. — Prix. . . . . **5 fr.**

### *Aluminium.*

**L'Aluminium.** Nouveaux procédés de fabrication. — Alliages. — Emplois récents de l'aluminium. — Par Ad. MINET, ingénieur-électricien; 2 volumes in-16, figures dans le texte. — Prix. . . . . **9 fr.**

*On vend séparément :*

1<sup>re</sup> PARTIE : Fabrication. — Prix. . . . . **4 fr. 50**

2<sup>e</sup> PARTIE : Alliages, Emplois. — Prix. . . . . **4 fr. 50**

### *Ammoniaque.*

**L'Ammoniaque, ses nouveaux Procédés de Fabrication et ses Applications.** L'Ammoniaque. — Ses sels ammoniacaux. — Propriétés physiques. — Fabrication. — Travail des Eaux ammoniacales. — Analyse de l'Ammoniaque. — Des Sels ammoniacaux. — Des Matières premières. — Dosage dans les Eaux. — Applications. — Production et Consommation. — Brevets. — Par P. TATCHEL, ingénieur-chimiste; in-16, figures. — Prix. . . . . **6 fr.**

### *Architecture et Constructions.*

**Aide-Mémoire de poche de l'Architecte et de l'Ingénieur-Constructeur,** pour le calcul des Constructions. — Formules usuelles. — Fondations. — Poutres. — Planchers en fer et en bois. — Calcul des Fermes. — Maçonnerie. — Hydraulique. — Électricité. — Chauffage. — Escaliers, etc. — Tables. — Par Ch. SÉE, ingénieur-architecte; 1 volume in-16, avec figures, cartonné, toile anglaise. — Prix. . . . . **4 fr. 50**

**Tables à l'usage des Constructeurs,** donnant, par la connaissance de la corde et de la flèche, le rayon, l'angle au centre, etc. — Par L. SERGENT, in-12 (1882). — Prix. . . . . **1 fr. 50**

**Les Cheminées d'usines.** Constructions. — Réparations, par Victor LEFÈVRE, ingénieur civil ; 1 volume in-16 de 48 pages, avec 13 figures dans le texte. — Prix. . . . . 1 fr. 50

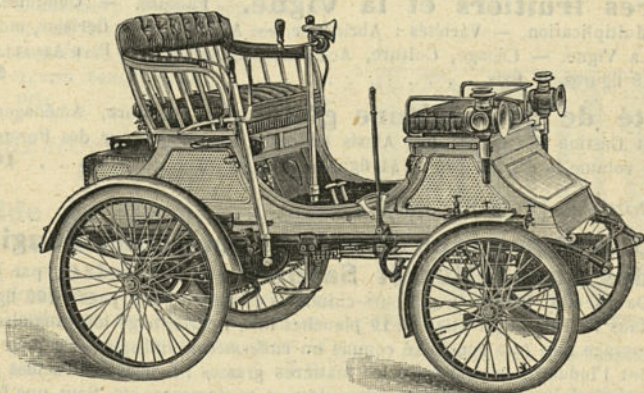
**La Tour Eiffel de 300 mètres** de l'Exposition Universelle. — Historique et Description ; par Max de NANSOUTY, ingénieur 1 volume in-16 de 140 pages ; nombreuses figures. — Prix. . . . . 2 fr. 50

*Arpentage.*

**Manuel pratique d'Arpentage et de levé des Plans**, par G. DALLEY, du Service géographique de l'Armée, 1 volume in-16, 73 figures dans le texte. — Prix. . . . . 4 fr.

*Automobiles (Voir CHAUFFEURS).*

**Manuel pratique du Constructeur d'Automobiles à pétrole**, par Maurice FARMAN. — Un beau volume in-16, avec 65 figures dans le texte et un atlas de 20 planches in-4°, 1901. — Prix 9 fr.



La fin de l'Exposition universelle a marqué l'entrée de l'automobilisme dans une seconde période qui permet enfin la publication d'un ouvrage mis au courant des derniers progrès accomplis et donnant, pour les plus importantes marques, les détails de construction de la voiture automobile et le montage du moteur.

Le livre de M. Maurice Farman sera aussi utile aux constructeurs et aux propriétaires qu'aux nombreux mécaniciens qui sont chargés journellement d'exécuter les réparations urgentes.

**Manuel du Conducteur-Chauffeur d'Automobiles**, par Maurice FARMAN. — Achat d'une Automobile. — Moteurs. — Carburation — Allumage. — Transmissions. — Freins. — Essieux. — Roues. — Différents types : Panhard, Peugeot, Mors, Roger, Hugué, Gautier, de Dietrich. Moteurs Aster, Motocycles, etc. — Tricycles de Dion, Bollée, etc. — Excursions. — **IRIS** et **LIAD**. Université de Lille, 2<sup>me</sup> édition (1900). — Prix, 3 fr.

*Bière.***Manuel pratique de la Fabrication de la Bière,**

par P. BOULIN, chimiste-industriel; un gros volume in-16, avec figures dans le texte et une planche (plan d'une grande brasserie). — Préparation du malt. — Brassage. — Le moût. — Houblonnage. — Fermentation. — Levure. — Mise en levain, etc. — Les fûts. — Caves. — Clarification. — Diverses méthodes de brassage. — Analyse. — Falsification, etc. — Prix. 9 fr.

**Tables du degré de fermentation et du rendement en extrait donnés immédiatement sans calcul,**

par Jean STAUFFER, professeur à l'École de brasserie de Munich. 1 grand volume in-8° de 964 pages. Cartonné toile. — Prix. . . . . 10 fr.

*Bois et Arbres.*

**Conservation des Bois.** Séchage rapide, imputrescibilité et inflammabilité des bois, par P. DUMESNY, in-16 avec figures, 1902. — Prix. 1 fr. 50

**Arbres fruitiers et la Vigne.**

Fumure. — Conduite. — Multiplication. — Variétés : Abricotier. — Amandier. — Cerisier, etc. — La Vigne. — Cépage, Culture, Accidents, Maladies, par P. D'AYGALLIERS, 48 figures. — Prix . . . . . 3 fr.

**Traité de Sylviculture générale.**

Culture, Aménagement et Gestion des Forêts, par Alexis FROCHOT, sous-inspecteur des Forêts. — 1 volume in-8°, 264 pages, 41 figures. — Prix . . . . . 10 fr.

*Bougies (Voir SAVONS).***Théorie et pratique de la Fabrication des Bougies, des Chandelles et Savons de Toilette,**

par Léon DROUX et V. LARUE, ingénieurs-chimistes; in-8° de 592 pages, 108 figures dans le texte et un atlas de 19 planches in-4°, cartonnage toile anglaise.

Cet ouvrage doit être considéré comme un *vade-mecum* indispensable pour tous ceux dont l'industrie a pour base les matières grasses : fabricants d'acides gras, huilliers, stéariniers, chandeliers, savonniers et parfumeurs, etc. Sous une forme condensée, on y trouve, avec les renseignements les plus complets, les études théoriques et pratiques sur les matières premières, l'outillage, la fabrication, les progrès réalisés dans chacune de ces industries. — Prix. . . . . 20 fr.

*Briques et Tuiles.***Guide du Briquetier : Briques, Tuiles, Carreaux,**

**Tuyaux** et autres produits en terre cuite, par Émile LEJEUNE, ingénieur-industriel; 3<sup>me</sup> édition contenant 219 figures dans le texte. — Prix. 8 fr.

**Fabrication des Briques et des Tuiles,**

suivie de la fabrication des pierres artificielles, des poteries communes, Porcelaines et Faïences, par MM. BONNEVILLE JAUNEZ et SALVÉTAT, 3<sup>me</sup> édition, 29 figures et 11 planches, cartonné toile anglaise. — Prix. . . . . 10 fr.

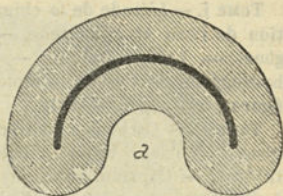
*Chaleur.*

**La Chaleur.** Leçons élémentaires sur la thermométrie, la calorimétrie, la thermodynamique et la dissipation de l'énergie, par J. CLERK MAXWELL F. R. S., édition française d'après la 8<sup>me</sup> édition anglaise, par G. MOURET, ingénieur des ponts et chaussées, avec préface de M. A. POTIER, membre de l'Institut, in-16, figures dans le texte. — Prix. . . . . 6 fr.

*Chauffeurs* (Voir AUTOMOBILES, MÉCANIQUE et MACHINES).

**Catéchisme des Chauffeurs et des Machinistes,** traitant de la législation, de la combustion, de l'entretien, de la conduite des machines, mise en marche, description des organes, arrêt, machines spéciales, chaudières, foyers, appareils de sûreté, etc., 5<sup>me</sup> édition, revue et augmentée d'un appendice, in-16, figures dans le texte.

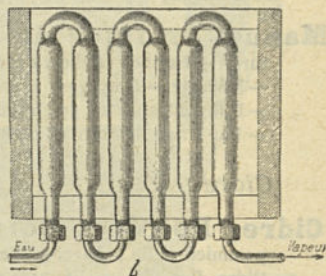
Prix . . . . . 1 fr. 50



*Chaux et Ciments* (Voir BRIQUES ET TUILES).

**Guide du Chauffournier et du Plâtrier,** du fabricant de ciments, bétons et mortiers hydrauliques, par Émile LEJEUNE, ingénieur; 3<sup>me</sup> édition, 1 beau volume in-16, 59 figures dans le texte. — Prix . . . . . 5 f.

Prix . . . . . 5 f.



Coupe d'un tube de générateur Serpentin.

Raccord des tubes dans le générateur.

*Chemins de fer.*

**Calcul des Voies.** Partie théorique et Formules, par J. MARIDET, chef de section P.-L.-M., in-8°, 1876, — Prix réduit . . . . . 2 fr. 50

*Chimie* (Voir page 28).

**Dictionnaire de Chimie industrielle,** contenant toutes les applications de la Chimie à l'Industrie, à la Pharmacie, à la Métallurgie, à l'Agriculture, à la Pyrotechnie et aux Arts et Métiers, avec la traduction russe, anglaise, allemande, espagnole et italienne des principaux termes techniques, par M. A.-M. VILLON, ingénieur-chimiste, professeur de technologie chimique, ancien rédacteur en chef de *la Revue de Chimie industrielle*, et par M. P. GUICHARD, Président de la Société de Pharmacie Membre

de la Société chimique de Paris, ancien professeur de Chimie et de Teinture à la Société industrielle d'Amiens; 3 beaux volumes in-4°, 2,300 pages, 1,200 figures. — Prix. . . . . 75 fr.

On vend séparément :

Le tome I<sup>er</sup>, 30 fr. — Le tome II, 25 fr. — Le tome III, 25 fr.

**Principes de Chimie**, par DIMITRI MENDÉLÉEFF, professeur à l'Université de Saint-Petersbourg (édition française), par MM. ACHINASI et CARRION, avec préface par M. le professeur Armand GAUTIER, 2 vol. in-16 cartonnés.

TOME I. — L'étude de la chimie. — L'eau et ses combinaisons. — Composition de l'eau et hydrogène. — L'oxygène. — Ozone et peroxyde d'hydrogène. — Loi de Dalton. — Azote et air atmosphérique. — Composés hydrogénés de l'azote. — Molécules et atomes. — 1 vol. in 16, nombreuses figures, 585 pages. — Prix. . . . . 7 fr. 50

TOME II. — Carbone et hydrocarbures. — Chlorure de sodium. — Les Halogènes : chlore, brome, iode, fluor. — Potassium, rubidium, cesium, lithium. — Capacité calorique des métaux. — Similitude des éléments et Loi périodique. 1 vol. in-16, figures dans le texte, 499 pages. — Prix. 7 fr. 50

### *Chocolat.*

**Manuel pratique du Chocolatier.** Le Cacaoyer et sa culture. — Examen et choix du cacao. — Aromates. — Fabrication du chocolat. — Mélange. — Broyage et finissage. — Installation d'une chocolaterie moderne. — Différentes sortes de chocolat. — Moulage et emballage. — Falsification. — Par L. DE BELFORT DE LA ROQUE; in-16, nombreuses fig. — Prix. 4 fr. 50

### *Cidre.*

**Cidre, Poiré et Boissons économiques.** Culture du pommier et du poirier. — Fabrication du Cidre et du Poiré. — Maladie du Cidre, Remèdes. — Eaux-de vie — Vinaigre. — Conservation des fruits. — Vins de Dattes, Figues, Poires, Pommes tapées. — Vins de fruits frais : Cerises, Prunes, Framboises, Groseilles, etc., 24 fig., par E. RIGAUD. 1 fr. 50

### *Combustibles (Voir GAZ).*

**Étude sur les Combustibles** en général et sur leur emploi au chauffage par les gaz, par M. LENCACHEZ, ingénieur civil; 1 vol. grand in-8°, 344 pages, 55 fig. dans le texte et un atlas de 31 pl. in-folio. — Prix. 16 fr.

### *Comptabilité.*

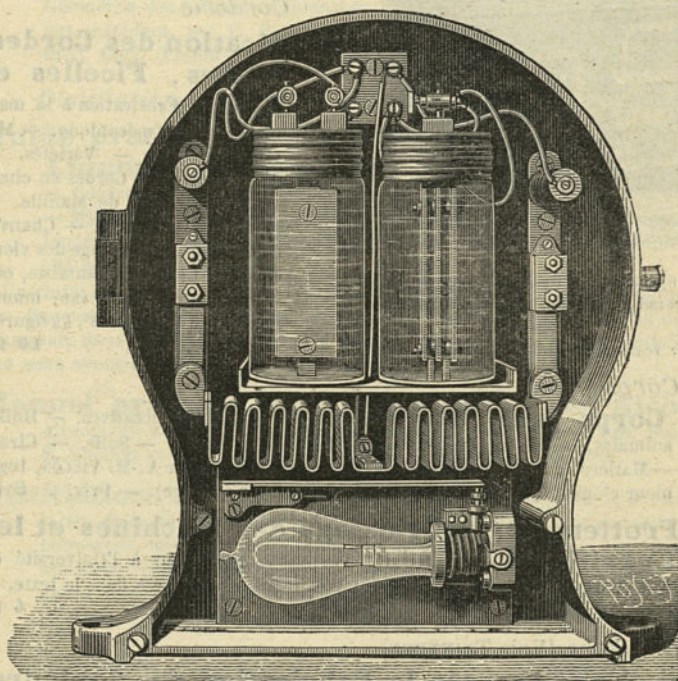
**Traité général théorique et pratique de Comptabilité commerciale, Industrielle et administrative**, par G. OPELT. — Ouvrage adopté pour l'Enseignement. 1 volume in-8° (1870), 587 pages. — Prix réduit. . . . . 4 fr.



*Compteurs.*

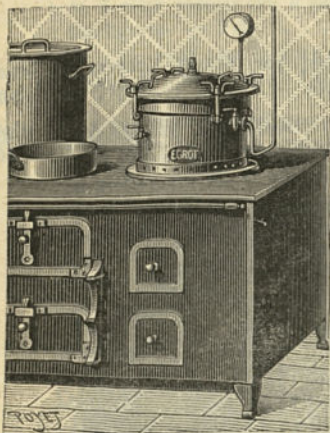
**Les Compteurs d'Électricité**, par Ernest COUSTET. 1 beau volume in-16 avec 56 figures dans le texte. — Prix. . . . . 2 fr. 50

Dégagé de principes abstraits et de calculs compliqués, cet ouvrage a été rédigé de façon à être accessible à tous. Il pourra être mis utilement entre les mains du



Compteur Edison (coupe).

monteur chargé de placer les compteurs, de les régler, de les vérifier et de les nettoyer. L'employé qui recueille chaque mois les indications des totalisateurs, en vue du calcul de la dépense, le consultera avec fruit. Enfin, l'abonné lui-même pourra y trouver des notions intéressantes, lui permettant de se rendre compte de la marche du compteur installé chez lui, de reconnaître si les factures qui lui sont présentées correspondent bien aux indications des cadrans et de vérifier si ces dernières sont exactement en rapport avec sa consommation effective.



Spécimen des figures : Autoclave.  
Appareil domestique pour la cuisson des  
conserves  
pour restaurants, hôtels, châteaux, etc.

*Corps gras.*

**Les Corps gras.** Huiles végétales, non-siccatives, siccatives. — Huiles animales. — Graisses végétales. — Graisses animales. — Suifs. — Cires. — Matières grasses minérales. — Lubrifiants, etc. — Par A.-M. VILLON, ingénieur-chimiste, in-16, figures dans le texte. (2<sup>me</sup> tirage). — Prix. . . 6 fr.

**Le Frottement, le Graissage des Machines et les Lubrifiants**, par R. H. THURSTON, professeur à l'Université de New-York, 2<sup>me</sup> édition française; 1 vol. in-16, avec figures dans le texte. — Prix. . . . . 4 fr.

*Couleurs (Voir TEINTURE).*

**Manuel pratique de la Fabrication des Couleurs.** Matières premières employées dans la préparation des couleurs, essences et vernis, par MM. R. LEMOINE et Ch. DU MANOIR; 1 beau volume in-8°, 360 pages. — Prix. . . . . 6 fr.

L'ouvrage que nous présentons au public est le plus complet qui ait été fait jusqu'à ce jour; les documents et les matériaux dont nous sommes entourés ont été puisés aux sources les plus sûres, nos expériences personnelles nous ont permis d'écarter de la pratique tout ce qui n'offrait pas une garantie suffisante.

Nous avons évité l'emploi des termes scientifiques, ayant moins en vue de faire une œuvre de savant que d'être utile à ceux qui emploient journallement les couleurs.

Nous espérons que ce manuel sera utile à tous ceux qui s'occupent de la couleur, à quelque titre que ce soit, et qu'ils nous sauront gré de la publication de ce travail.

*Conserves.*

**Manuel des Conserves alimentaires.** Fruits, Légumes, Poissons, Gibier et Animaux de boucherie, in-16, nombreuses figures, 1902, par R. DE NOTER. — Prix . . . . . 3 fr.

*Corderie.*

**Fabrication des Cordes, Câbles, Ficelles et Filins.** Fabrication à la main et fabrication mécanique. — Matières textiles. — Variétés. — Goudronnage. — Cordes en chanvre. — Chanvre de Manille. — Essai des cordages. — Chanvre de corderie. — Défilage des vieux câbles — Cordes de fantaisie, etc. — Par Alfred RENOARD, manufacturier à Lille; in-8°, 44 figures. — Prix. . . . . 10 fr.

**Notions générales sur les Matières colorantes organiques artificielles**, par Jules MAMY; 1 volume in-16, 72 pages. . . . . 1 fr. 50

*Dessin.*

**Cours de Dessin industriel** à l'usage des élèves des écoles professionnelles. — 1<sup>re</sup> PARTIE : Géométrie graphique, 10 planches; 2<sup>me</sup> PARTIE : Géométrie des solides, 20 planches; 3<sup>me</sup> PARTIE (1<sup>re</sup> série) : Construction des machines, par G. BARDIN, professeur de dessin industriel. — 3 vol. in-8°, 1864. (Publié à 13 fr.). — Prix . . . . . 5 fr.

*Distillation. — Alcools. — Liqueurs.*

**Guide pratique du Distillateur. Fabrication des Liqueurs.** Distillation. — Rectification. — Filtrage. — Tranchage. — Générateurs. — Matières sucrées. — Conserves. — Sirops. — Punchs. — Miels et Hydromels. — Fruits à l'eau-de-vie. — Boissons gazeuses. — Liqueurs de ménage. — Par Édouard ROBINET (d'Épernay); 1 fort volume in-16, 424 pages. — Prix. . . . . 5 fr.

Un Guide du Liquoriste comprenant non seulement la fabrication industrielle des liqueurs, mais encore toutes les recettes connues utilisables par un ménage, manquait dans la série des ouvrages publiés jusqu'à ce jour, c'est cette lacune que nous avons comblée.

**Manuel pratique de la Fabrication des Alcools.**

Alcools de vin, de cidre, de poiré, de betteraves, de mélasses, etc., par E. ROBINET et CANU; in-16, 32 figures dans le texte. — Prix. . . 3 fr.

**Distillation.** Traité ou Manuel complet théorique et pratique de la distillation de toutes les matières alcoolisables : grains, pommes de terre, vins, betteraves, mélasses, etc., contenant la description de tous les principaux appareils connus et en usage dans la pratique, par Charles STAMMER; 1 vol. grand in-8°, 452 pages, accompagné de 88 fig. dans le texte et de nombreux tableaux. Cartonné toile anglaise (1880). — Prix. . . . . 20 fr.

*Dynamos.*

**Les Machines dynamo-électriques.** De leur origine jusqu'aux derniers types industriels, par P. CLÉMENTEAU, ingénieur des Arts et Manufactures. — 1 vol. in-16 avec 116 fig. dans le texte. — Prix. . . 5 fr.

TABLE DES MATIÈRES. — Théorie de l'induction. — De la machine dynamo-électrique. — Historique et machines diverses. — Anneau Gramme et modifications. — Machines dynamo-électriques à courants alternatifs. — Machines magnéto-électriques à courants alternatifs. — Machines à courant continu et induit en forme d'anneau. — Machines dynamo-électriques à induit en forme de bobine ou tambour cylindrique. — Machines dynamo-électriques à courants alternatifs à induit en forme de disque. — Machines à induit en forme de disque. — Notions pratiques relatives aux machines dynamos.

*Eaux.***Manuel pratique d'Analyse micrographique des****Eaux**, par P. FABRE-DOMERGUE, directeur du Laboratoire de Zoologie maritime; in-16, 10 fig. — Prix. . . . . 1 fr. 50*École Centrale des Arts et Manufactures.*

(Portefeuille des Travaux de Vacances, voir deuxième partie du Catalogue.)

*Électricien. — Manuels d'Électricité. — Lumière Électrique.***Manuel pratique du Monteur-Électricien.** Le Mécanicien-chauffeur-électricien. — Montage et conduite des installations électriques, etc., par J. LAFFARGUE, ingénieur-électricien, attaché au service municipal de contrôle des Sociétés d'électricité de la Ville de Paris. — Petit in-8°, reliure anglaise, environ 1000 pages, 700 figures et 5 planches en couleurs. — Nouvelle édition 1903. — Prix . . . . . 9 fr.

Cet ouvrage rendra d'éminents services, d'abord aux monteurs et aux chauffeurs, mais aussi aux ingénieurs et aux chefs d'industrie. Aucun ouvrage analogue ne peut lui être comparé. Il y a abondance de livres sur l'électricité, mais, aucun que nous sachions, ne groupe dans un exposé aussi méthodique, aussi clair, autant de renseignements pratiques. C'est là l'originalité de l'ouvrage. L'auteur, comme on dit, met la main à la pâte, et il ne craint pas d'insister sur les menus détails. Avec lui, on ne se contente pas de la théorie, on fait du métier. Sous sa direction, on devient vite expert dans l'art de manier les machines, les distributeurs électriques et leurs accessoires. Au fond il s'agit d'un cours d'électricité industrielle fait par un ingénieur très compétent. M. Laffargue a

professé ce cours depuis des années à la fédération professionnelle des chauffeurs de France et d'Algérie; plus que personne, il a compris comment il fallait s'y prendre pour familiariser ses auditeurs avec les petites difficultés d'ordre pratique qui gênent les débutants, aussi a-t-il réussi à écrire un livre que nous ne craignons pas de qualifier de « modèle du genre ».

Ce Manuel est d'ailleurs complet sous sa dernière forme. Production de l'énergie, dynamos à courants continus alternatifs, polyphasés, accumulateurs, transformateurs, appareils de mesure, canalisations, installations publiques et privées, etc. N'insistons pas davantage. Ce qu'il importe que l'on sache, c'est qu'il existe maintenant un *Manuel* du Monteur, un *rade-mecum* de l'électricien. Ce livre rendra de véritables services à l'industrie.

**Les Lampes électriques.** Régulateurs. — Incandescence, par P. D'URBANITZKI. — Deuxième édition française, revue et augmentée, par Georges FOURNIER, ingénieur-électricien. — Un beau volume in-16 de 250 pages avec 126 figures dans le texte. — Prix. . . . . 4 fr. 50

**Manuel pratique de l'installation de la Lumière électrique,** par J.-P. ANNEY, ingénieur-électricien.

1<sup>re</sup> partie. — Installations privées. — Troisième édition. — 1 beau volume in-16 de 344 pages, avec 135 figures dans le texte. — Prix. . . . . 5 fr.

2<sup>me</sup> partie. — Stations centrales. — 1 beau volume in-16, avec 99 figures dans le texte et 10 planches dont 8 en couleurs. — Prix . . . . . 7 fr.

EXTRAIT DE LA TABLE DES CHAPITRES. — 1<sup>er</sup> volume. — *Installations privées*, avec 135 figures dans le texte. — Règles générales d'installation. — Moteurs. — Machines électriques. — Installation des machines et leur entretien. — Accumulateurs. — Lampes à arcs. — Bougies. — Lampes à incandescence. — Appareils de mesure. — Appareils de sécurité et de contrôle. — Interrupteurs et commutateurs. — Régulateurs de courant. — Tableaux de distribution. — Conducteurs. — Installations et canalisations. — Installations particulières.

2<sup>me</sup> volume. — *Stations centrales*, avec 99 figures dans le texte et 10 planches. — Distributions de courant. — Distributions à haute tension. — Distributions par transformateurs à courants continus. — Distributions par transformateurs à courants alternatifs. — Compteurs. — Etablissement des usines. — Etablissement du réseau. — Installations intérieures chez les abonnés.

**L'Électricité dans la Maison moderne,** par Ernest COUSRET, ingénieur-électricien. — Production du courant. — Éclairage. — Chauffage. — Moteurs domestiques. — Assainissement. — Sonneries. — Horloges. — Téléphone. — Paratonnerres. — 1 fort volume in-16, avec 185 figures (1900). — Prix cartonné. . . . . 4 fr. 50

**Câbles d'Éclairage électrique et Distribution de l'Électricité,** par STUART A. RUSSEL. — Traduit avec l'autorisation de l'auteur par G. FORMENTIN. — 1 fort volume in-16, avec 107 figures dans le texte. — Prix . . . . . 6 fr.

**Aide-Mémoire de l'Ingénieur-Électricien.** Recueil de tables, formules et renseignements pratiques à l'usage des électriciens, par G. DUCHÉ, B. MARINOVITCH, E. MEYLAN et G. SZARVADY. — Sixième tirage, augmenté par P. JUPPONT, ingénieur des Arts et Manufactures. — 1 beau volume in-16, nombreuses figures intercalées dans le texte, cartonnage anglais. Prix . . . . . 6 fr.

**Catéchisme d'Électricité pratique.** Premières leçons à la portée de tous. — Électricité statique. — Magnétisme. — Unités et Mesures. — Billes — Accumulateurs — Machines dynamo et magnéto-élec-

triques. — Lampes et Éclairage. — Téléphonie. — Sonneries. — Par Ernest SAINT-EDME, ancien professeur de physique à l'École Turgot. — 1 volume in-16 avec 73 fig. cartonné, deuxième édition. — Prix. . . . . 2 fr. 50.

TABLE DES CHAPITRES. — Chapitre I. Généralités sur l'électricité statique. — Chapitre II. Magnétisme. — Chapitre III. Unités et Appareils de mesure. — Chapitre IV. Les Piles électriques. — Chapitre V. Accumulateurs. — Chapitre VI. Les Machines magnéto et dynamo-électriques. — Chapitre VII. L'Éclairage et les Lampes électriques. — Chapitre VIII. Tableaux de distribution; conducteurs; installations de lignes. — Chapitre IX. Téléphonie. — Chapitre X. Sonneries électriques.

**Petit Guide du Constructeur-Électricien**, par E. KEIGNART. — 1 vol. in-18 de 86 pages avec 50 fig. dans le texte. — Prix. 1 fr.

*Électrolyse (Voir GALVANOPLASTIE.)*

**L'Électrolyse et l'Électro-Métallurgie**, par Edouard JAPING, ingénieur-électricien. — Troisième édition française, augmentée d'un appendice sur l'électro-métallurgie à l'exposition de 1900, par L. GUILLET, ingénieur-chimiste, 1 volume in-16 illustré de nombreuses figures dans le texte. — Prix . . . . . 4 fr

*Encres et Cirages.*

**Fabrication des Encres et Cirages.** *Encres à écrire, à copier, métalliques, à dessiner, lithographiques. — Cirages, vernis et dégras. — Encres à écrire. — Matières premières. — Constitution chimique. — Fabrication des encres à l'acide tannique. — Encres à l'acide gallique. — Encres au campêche. — Encres au sesquioxyle de fer. — Encres à l'alizarine. — Encres de matières extractives. — Encres à copier. — Encres hectographiques. — Encres de sûreté. — Extraits d'encres et encres en poudre. — Conservation de l'encre. — Encres de couleur. — Encres métalliques. — Encres solides. — Encres et crayons lithographiques. — Crayons autographiques. — Crayons d'encre. — Crayons de couleur. — Encres à marquer. — Encres spéciales. — Encres sympathiques. — Encres pour timbres et tampons. — Bleu d'azurage du linge. — Fabrication du cirage pour chaussures, des vernis, et de la graisse pour le cuir. — Fabrication du noir d'os. — Fabrication du dégras. — Édition française, par DESMAREST, d'après LEHNER et BRUNNER. — 1 volume in-16 de 345 pages. — Prix. . . . . 5 fr*

*Fécule.*

**Fabrication de la Fécule, l'Amidon et leurs Dérivés**, par J. FERTIG, chimiste; in-16 avec 112 figures—Prix. 6 fr.

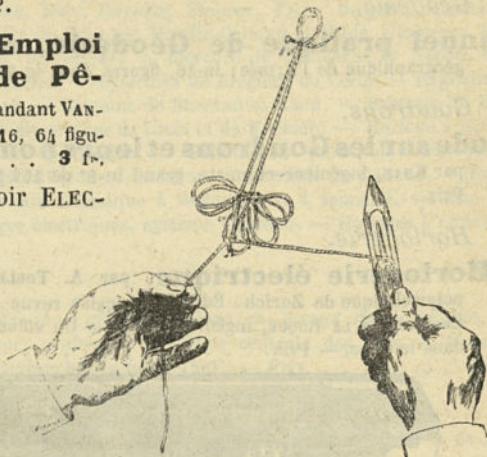
*Filets de pêche.***Fabrication et Emploi des Filets de Pêche,**

par le commandant VAN-  
NETELLE; 1 vol. in-16, 64 figu-  
res. — Prix. . . . . 3 fr.

*Galvanoplastie* (Voir ELEC-  
TROLYSE).

**Manuel de Galvanoplas-**

**tie.** Dorure, ar-  
genterie, cuivrage,  
nickelage, éta-  
mage, par Georges  
BRUNEL; 1 volume  
in-16, avec 28 fig.  
dans le texte. —  
Prix . . . . . 4 fr.



Fabrication des filets de pêche.

*Galvanoplastie.* — Décomposition électrolytique. — Appareils. — Sources d'électricité. — Piles. — Machines dynamos. — Accumulateurs. — Préparation des surfaces. — Moulage. — Métallisation. — Mise au bain. — Galvanotypie.

*Électrochimie.* — Préparation des surfaces. — Décapages. — Dorure à froid, à chaud. — Dédorage. — Extraction de l'or des vieux bains. — Argenture. — Conduite de l'opération. — Résumé des opérations. — Désargenture. — Extraction de l'argent des vieux bains. — Argenture des miroirs et des glaces. — Cuivrage. — Laitonage. — Nickelage. — Préparation des pièces. — Conduite de l'opération. — Dénickelage. — Divers métaux. — Zingage. — Ferrage et aciérage. — Platinage. — Aluminage. — Plombage. — Étamage. — Antimoniage. — Cobaltage.

*Dépôts métalliques par simple immersion.* — *Finissage des pièces.* — *Procédés.* *Recettes et tours de main.* — Dorure au trempé. — Dorure de l'aluminium. — Argenture au trempé. — Cuivrage au trempé. — Étamage au trempé. — Antimoniage au trempé. — Ors de couleur. — Argent et vieil argent. — Epargnes. — L'anthropoplastie galvanique. — Formules et procédés utiles. — Recettes diverses.

*Gaz* (Voir COMBUSTIBLES).

**Études sur divers Gaz combustibles,** par A. LENGACHEZ, ingénieur civil.

1<sup>re</sup> partie. — Usages industriels et principalement pour la production de la force motrice; 120 pages, 2 planches, 33 figures, 1899. — Prix. . . 3 fr.

2<sup>me</sup> partie. — Production des gaz, des gazogènes et des hauts-fourneaux, épuration et emploi par les moteurs à gaz; 116 pages, 4 planches, 10 figures, 1899. — Prix. . . . . 3 fr.

*Géodésie.*

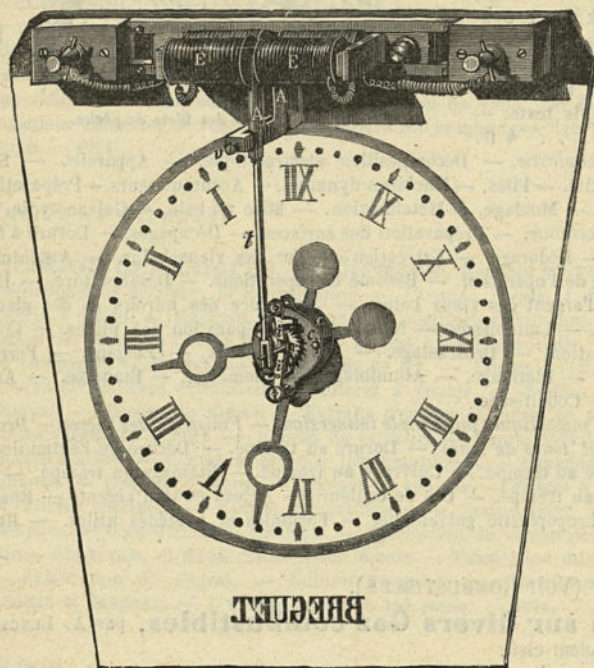
**Manuel pratique de Géodésie**, par G. DALLET, du Service géographique de l'Armée; in-16, figures dans le texte. — Prix. . . 4 fr.

*Goudrons.*

**Étude sur les Goudrons et leurs nombreux Dérivés**, par KNAB, ingénieur-chimiste, grand in-8° de 102 pages avec 8 fig. (1884). — Prix. . . . . 3 fr.

*Horlogerie.*

**L'Horlogerie électrique**, par A. TOBLER, professeur à l'École polytechnique de Zurich. Édition française revue et augmentée, par L. DE BELFORT DE LA ROQUE, ingénieur civil. — Un volume in-16, avec 65 figures dans le texte. — Prix. . . . . 3 fr.



Horloge électrique, système BREGUET.

TABLE DES MATIÈRES. — Unités de mesures. — Unités fondamentales, système C. G. S. — Unités géométriques. — Unités mécaniques. — Unités électro-magnétiques. — Introduction. — Appareils à cadrans sympathiques et régulateurs. —



Horloges de Wheatstone, Bain, Garnier, Stohrer, Fritz, Bréguet, Siemens et Halske, du chemin de fer de Droz, de Houdin-Callaud et Mildé, Gloesener, Hipp. Arzberger. — Appareil de contact à mercure de Leclanché et Napoli, et de E. Lias. — Remise à l'heure. — Systèmes de Bréguet, de Collin. — Réglages des horloges à Berlin, à Paris. — Système de Barraud et Lund. — Système de Hipp. — Horloges à pendules électriques de Liais et de Kramer. — Horloge à pendule de Hipp. — Horloge de Schweizer. — Pendules à remontoir électrique. — Pendules à remontoir Mouilleron et Anthoine. — Pendule de Callaud. — Horloge de M. Bréguet. — Pendule électrique à remontoir et à sonnerie, système Japy frères et C<sup>ie</sup>. — Horloges électriques, système Château. — Horloges à remontage électrique.

### *Houille.*

**La Houille.** Epuration, criblage, triage et lavage de la houille, par A. BURAT, ingénieur, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures; in-4° avec 8 planches in-folio (1881). — Prix. . . . . 10 fr.

### *Ingénieur.*

**Garnet de l'Ingénieur.** Recueil de tables, de formules et de renseignements usuels et pratiques sur l'industrie, chimie, physique, mécanique, machines à vapeur, hydraulique, résistance, frottements, etc., à l'usage des ingénieurs, des constructeurs, des architectes, des chefs d'usines, des mécaniciens, des directeurs et conducteurs de travaux, des agents-voyers, des manufacturiers et des industriels; par une réunion d'ingénieurs et de savants français et étrangers (Carnet Lacroix); 1 volume in-16, relié toile, format de poche, 400 pages petit texte compact, avec nombreuses figures, etc. — 53<sup>me</sup> tirage. — Prix. . . . . 4 fr. 50

### *Irrigations.*

**Irrigations du Midi de l'Espagne,** par M. AYMARD, ingénieur des ponts et chaussées; in-8°, 320 pages et atlas de 16 planches in-fol. — Publié à 30 fr. (1864). — Prix. . . . . 18 fr.

Tout le monde sait que des résultats merveilleux ont été obtenus dans le Midi de l'Espagne, contrée autrefois aride et dévastée par les torrents; mais peu de personnes connaissent les travaux qui ont amené ces résultats, et pourraient dire par quelles combinaisons administratives on a pu grouper et réunir en faisceau toutes les volontés qui ont concouru à créer l'état de choses existant et qui concourent à le maintenir et à l'améliorer.

L'ouvrage de M. Aymard est tellement rempli de faits et présente, sur une foule de points, des renseignements si détaillés et si étendus, qu'il est presque impossible de l'analyser. Il donne une description détaillée des travaux à l'aide desquels on a créé les irrigations. L'auteur a aussi consacré un chapitre fort complet à l'alimentation des villes qu'il a visitées.

### *Laine.*

**Travail des Laines cardées.** Cardage et filage, par A. LOHRISCH, édition française, par H. DANZER, ingénieur; in-8°, 86 pages et 52 figures. Prix. . . . . 3 fr.

*Lait.***Laiterie, Beurre et Fabrication des Fromages.**

Lait. — Analyse. — Conservation. — Écrémage. — Barratage. — Conservations. — Fromages mous, frais, affinés, cuits, etc., par E. RIGAUX, professeur à l'École d'Agriculture de Mende, 320 pages, 73 figures. — Prix . . . 3 fr.

*Laminage.***Manuel pratique de Laminage du Fer.** Principe du

laminage. — Influence du diamètre des cylindres. — Influence de la vitesse. — Influence de la nature, de l'état calorique et de la manière dont on présente le fer aux cylindres. — Applications des principes du laminage. — Classement des trains de laminoirs. — Règle du tracé des cannelures. — Classification des trains de laminoirs. — Trains de puddlage. — Gros train n° 1. — Gros train n° 2. — Train cadet. — Train à guides. — Train mixte. — Train machine. — Généralités sur les cylindres. — Classification des cylindres. — Lignes des cannelures. — Entrée des cannelures. — Sortie des cannelures. — Guidage des cylindres. — Levage des cylindres. — Montage des cylindres dans les cages. — Guidage du fer à l'entrée et à la sortie des cylindres. — Tracé des cannelures.

*Acier* : Dégrossisseurs ogives. — Dégrossisseurs carrés. — Mises du puddlage. — Fers plats. — Gros ronds. — Gros carrés. — Feuillards. — Fers en U. — Fers à T doubles-cornières. — Fers à simple T. — Fers à paumelles. — Fers zorès. — Rails. — Fers à bourrelets. — Fers demi-ronds. — Vitrages et demi-vitrages. — Fers à nœuds pour crampons. — Petits carrés aux guides. — Petits ronds droits aux guides.

Par F. NEVEU et L. HENRY, ingénieurs-métallurgistes; 1 volume in-16, avec 6 figures et 10 tableaux et atlas de 117 planches in-folio. — Prix. . 40 fr.

*Mécanique et Machines (VOIR CHAUFFEURS).***Éléments proportionnels de Construction mécanique,** disposés en séries propres à faciliter l'étude et l'exécution des

diverses pièces détachées des constructions mécaniques, par D.-A. CASALONGA, ingénieur civil, ancien élève des Arts et Métiers; 1 vol. cartonné, grand in-4°, comprenant un texte et 64 planches. — Prix . . . . . 25 fr.

Le but de cet ouvrage est de permettre de déterminer rapidement par une simple lecture et d'une façon précise, les dimensions des divers détails d'une construction mécanique donnée.

Il se compose d'un texte et de planches comprenant les figures des pièces étudiées et divers tableaux donnant toutes les dimensions des séries les plus employées.

Cet ouvrage contient 2,405 séries et 37,734 dimensions diverses.

Les dessinateurs-mécaniciens, les chefs de travaux ou de bureaux de dessin, les ingénieurs pour la construction, trouveront un aide efficace et un contrôle sûr dans la possession de ces documents, où ils puiseront les détails des projets dont ils auront déterminé les conditions principales.

**Manuel de l'Ouvrier Mécanicien.** 8 volumes in-16 avec nombreuses figures dans le texte, par M. Georges FRANCHE, ingénieur-mécanicien (Arts et Métiers, E. C. P).

1<sup>re</sup> Partie. — *Principes de Mécanique générale* : Statique, Cinématique, Dynamique, Théorie de la chaleur. Un vol. in-16 cartonné, 95 figures.  
Prix . . . . . 2 fr.

2<sup>me</sup> Partie. — Outils. Machines-Outils.

3<sup>me</sup> — Forge, Fonderie.

4<sup>me</sup> — Engrenages, Transmissions.

5<sup>me</sup> — Boulons, Rivets, Chaudronnerie.

6<sup>me</sup> — Machines à vapeur;

7<sup>me</sup> — Moteurs à gaz, pétrole et alcool.

8<sup>me</sup> — Hydraulique.

} *En préparation.*

**Cours de Chaudières et de Machines à vapeur.**

Théorie et pratique, par L. POILLON, ingénieur-mécanicien (1877) avec supplément (1879), 2 beaux volumes in-8°, 687 pages et 14 planches. — Publié à 30 fr. — Réduit à . . . . . 9 fr.

**Catéchisme des Chauffeurs et des Machinistes.**

Législation. — Combustion. — Conduite. — Entretien. — Mise en marche. — Organes, etc., 5<sup>me</sup> édition revue et augmentée, in-16, figures dans le texte.  
Prix . . . . . 1 fr. 50

**Des Régulateurs appliqués aux Machines à vapeur**

par V. LEBEAU, in-8°, 19 figures (1890). — Prix . . . . . 2 fr.

*Meunerie.*

**Manuel pratique de Meunerie.** Meules et Cylindres. — Les

céréales.—Mouture.—Les farines.—Par A. LARBALÉTRIER, professeur à l'École d'agriculture d'Oraison et de L. DE BELFORT DE LA ROQUE, ingénieur-chimiste; 1 fort volume in-16, figures dans le texte. — Prix . . . . . 6 fr.

*Mines. — Minéralogie. — Lithologie (VOIR SONDAGES).*

**Manuel pratique du Prospecteur.** — Guide du prospecteur

et du voyageur pour la recherche des métaux et des minéraux précieux, par J.-W. ANDERSON. — Édition française, d'après la huitième édition anglaise, par J. ROSSET, ingénieur civil des Mines. — In-16, 73 figures dans le texte (1901). Prix : cartonné toile, 5 fr. ; broché. . . . . 4 fr. 50

**Cours de Minéralogie professé à l'École Cen-**

**trale**, par DE SELLE, professeur à l'École Centrale. — Minéralogie : phénomènes actuels. Les dix-huit premiers chapitres traitent des phénomènes qui se produisent dans la nature. Les dix-huit derniers chapitres suivants traitent de la minéra-

logie et donnent la description de toutes les espèces et variétés minérales considérées comme indiscutables et classées par familles; 1 fort volume de 585 pages in-8° et 1 atlas de 147 planches comprenant 978 figures et 27 tableaux. (Publié à 25 fr.). — Prix. . . . . 12 fr. 50

**Lithologie du fond des Mers**, publié sous les auspices de MM. les Ministres de la Marine et des Travaux publics, par M. DELESSE, ingénieur en chef des Mines, professeur à l'École des Mines. — 1 volume in-8°, 480 pages de texte; 1 volume de 136 pages de tableaux et un atlas de 4 planches in-folio, en couleurs (Publié à 35 francs). — Prix. . 12 fr. 50

*Or.*

**L'Or. Gîtes aurifères. Extraction de l'Or.** Traitement du minerai. — Emplois et analyse de l'or. — Vocabulaire des termes aurifères. — Par H. DE LA COUX, ingénieur-chimiste; 1 beau volume in-16, nombreuses figures dans le texte. — Prix. . . . . 5 fr.

*Parfumerie.*

**Manuel du Parfumeur.** Odeurs, essences, extraits et vinaigres de toilette, poudres, sachets, pastilles, émulsions, pommades, dentifrices; par W. ASKINSON; 2<sup>me</sup> édition française, par G. CALMELS. — Histoire de la parfumerie. — Matières odorantes en général. — Matières odorantes extraites du règne végétal. — Matières animales. — Produits chimiques. — Préparation des matières odorantes. — Des falsifications des huiles essentielles. — Essences et extraits. — Parfumerie proprement dite. — Parfums de mouchoirs. — Parfums ammoniacaux. — Des parfums secs. — Pastilles fumigatoires. — Parfumerie cosmétique et hygiénique. — Préparation des émulsions, des poudres, des pâtes, du lait végétal et des crèmes. — Des préparations employées pour l'hygiène des cheveux et de la bouche. — Parfumerie cosmétique. — Fards et produits servant à embellir la peau. — Préparation pour colorer les cheveux et préparations épilatoires. — Cires, bandolines et brillantines. — Des couleurs employées en parfumerie. — 1 fort volume in-16 avec 30 figures dans le texte. — Prix. . . . . 6 fr.

**Les Huiles essentielles**, par E. GILDEMEISTER et FR. HOFFMANN. Traduction par A. GAULT, avec préface de A. HALLER, professeur à l'Université de Paris. — Historique des procédés et appareils distillatoires. — Préparation des huiles par la distillation. — Principes constituants. — Essai des huiles essentielles. — Plantes d'où l'on tire les huiles essentielles. — Origine, production, propriétés. — Composition et commerce des huiles essentielles. 1 vol. in-8°, 868 pages, avec 84 gravures et 2 cartes 1900, 1/2 reliure avec coins tranches marbrées . . . . . 25 fr.

*Phonographe.*

**Le Phonographe et ses applications**, par A.-M. VILLON, ingénieur. — 1 volume in-16, avec 36 figures dans le texte. — Prix. 2 fr.

*Photographie.*

**Photographie. Encyclopédie de l'Amateur-Photographe**, par MM. G. BRUNEL, P. CHAUX, E. FORESTIER et A. REYNER : 10 volumes in-16, près de 500 figures dans le texte. — Prix (les 10 volumes dans un élégant étui) . . . . . **20 fr.**

On vend séparément chaque volume . . . . . **2 fr.**

Voici les titres des volumes et l'analyse des matières que chacun renferme. On pourra ainsi juger du plan adopté pour cette *encyclopédie* appelée, croyons-nous, à rendre les plus grands services, aussi bien aux débutants qu'aux amateurs exercés.

**N° 1. — Choix du matériel et installation du laboratoire.** — Ce que c'est que la photographie. — Théorie abrégée. — Formation des images. — Image latente. — Corps sensibles, leur révélation. — Termes photographiques. — Différents appareils. — Les diaphragmes, les obturateurs. — Le laboratoire élémentaire ou complet, comment on l'installe. — Les accessoires. — Les produits, leur conservation. — Conditions hygiéniques du laboratoire, par G. BRUNEL et E. FORESTIER. — Prix . . . . . **2 fr.**

**N° 2. — Le sujet. — Mise au point. — Temps de pose.** — Classement des opérations. — Choix du sujet. — Son éclairage. — Station et mise au point. — Le temps de pose. — Composition des vues, par G. BRUNEL. — Prix . . . . . **2 fr.**

**N° 3. — Les clichés négatifs.** — Les plaques sensibles. — Les pellicules. — Mise en châssis. — Le développement. — Les révélateurs, leur action. — Choix de révélateurs. — Formules simples et précises. — Les révélateurs à un bain, à deux bains. — Les révélateurs automatiques. — Fixage. — Lavage. — Alunage. — Séchage. — Vernissage. — Conservation des négatifs. — Répertoire des clichés. — Par G. BRUNEL et E. FORESTIER. — Prix . . . . . **2 fr.**

**N° 4. — Les épreuves positives.** — Les épreuves positives. — La préparation du papier sensible. — Différents papiers fournis par l'industrie. — Différents bains. — Les viro-fixateurs. — Virage, fixage. — Lavage, séchage. — Finissage. — Collage, montage, satinage. — Préparation d'un album. — Par G. BRUNEL. — Prix . . . . . **2 fr.**

**N° 5. — Les insuccès et la retouche.** — Mauvais négatifs, mauvais positifs; causes, discussions, recherches. — Moyens d'éviter les insuccès. — Remèdes. — Bains compensateurs. — La retouche des clichés et des photocopies. — Par G. BRUNEL. — Prix . . . . . **2 fr.**



N° 6. — **La photographie en plein air.** — Appareils spéciaux. — Détectives et jumelles. — La photographie instantanée. — Les sujets, conditions qu'ils doivent remplir. — La pose. — Les opérations de laboratoire. — La photographie scientifique, topographique, ethnographique, beaux-arts, par G. BRUNEL et P. CHAUX. — Prix . . . . . 2 fr.

N° 7. — **Le portrait dans les appartements.** — Disposition et éclairage. — Les objectifs. — La mise au point. — Les écrans. — La pose et le maintien du modèle. — Différents procédés. — Conduite des opérations, par A. REYNER. — Prix . . . . . 2 fr.

N° 8. — **Les agrandissements et les projections.** — Les agrandissements et les réductions. — Les projections. — Les positifs sur verre. — Epreuves sur opale. — Epreuves artistiques, par G. BRUNEL. — Prix . . . . . 2 fr.

N° 9. — **Les objectifs et la stéréoscopie.** — Quelques notions d'optique. — L'objectif photographique. — Différentes formes. — Classement. — Défauts, qualités. — Choix des objectifs. — Essai des objectifs. — Détermination et comparaison de la valeur des objectifs. — La photographie stéréoscopique, par G. BRUNEL. — Prix . . . . . 2 fr.

N° 10. — **La photographie en couleurs.** — Positifs colorés sur verre et sur papier, monochromes et polychromes. — Les différents tons pouvant être obtenus à l'aide du bain de virage. — La photographie des couleurs. — La photominiature et la photopeinture, par G. BRUNEL. — Prix . . . . . 2 fr.

## **Nouveau traité complet de Photographie prati-**

**que**, contenant les découvertes les plus récentes, par A. LIÉBERT, artiste photographe à Paris; 4<sup>me</sup> édition augmentée d'un appendice théorique et pratique sur le gélatino-bromure, 1 beau volume in-8° de 700 pages, 77 figures et 18 photographies, cartonnage élégant, toile anglaise avec plaque spéciale (1884, publié à 25 fr.). — Prix . . . . . 12 fr. 50

## **Guide du Photographe et de l'Amateur Photo-**

**graphe**, par PAUL FABRE-DOMERGUE, 1 volume in-16, 128 pages, 48 figures, couverture ornée d'une épreuve instantanée. — Prix . . . . . 3 fr.

*Piles (Voir ACCUMULATEURS-ÉLECTROLYSE).*

## **Les Piles électriques et les Piles thermo-élec-**

**triques**, par W. HAUCK. — Troisième édition française, par G. FOURNIER, ingénieur-électricien. — 1 fort volume in-16, orné de 71 fig. dans le texte. — Prix . . . . . 4 fr. 50

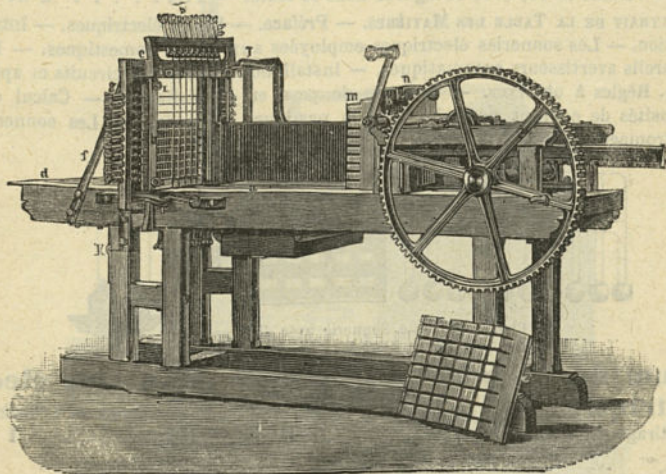
*Radiographie.*

**Manuel pratique de Radiographie.** Pratique des rayons X, par G. BRUNEL. — 1 volume in-16 avec figures dans le texte. — Prix. 1 fr.

*Savons* (Voir BOUGIES).

**Manuel pratique du Savonnier.** *Savons communs, savons de toilette, mousseux, transparents, médicinaux, pâtes et émulsions, analyse des savons,* par MM. CALMELS et WILTNER, chimistes.

EXTRAIT DE LA TABLE DES CHAPITRES : Historique des savons. — Réaction fondamentale de la saponification. — Des matières employées pour la fabrication des savons. — Préparation des lessives alcalines. — Fabrication du savon. — De la saponification en général. — Classification des savons. — Fabrication des



Machine à mouler les savons.

diverses sortes de savons. — Savons médicinaux. — Moulage des savons. — Tableaux de cuisson. — Fabrication des savons par la vapeur. — Fabrication des savons de toilette. — Préparation de la masse destinée à la fabrication des savons de toilette. — Description des machines employées pour la fabrication des savons de toilette. — Couleurs et substances colorantes. — Recettes pour la préparation des savons de toilette. — Analyse des savons. — 1 volume in-16, 26 figures dans le texte. — Prix. . . . . 4 fr

*Soie.*

**Manuel pratique de la Soie.** Education des vers. — Filage des cocons. — Cuite. — Assouplissage. — Blanchiment. — Filature des déchets. — Moulinage. — Conditionnement des soies. — Teinture et dorure de la soie. — Par A. VILLON, ingénieur à Lyon; 1 fort volume in-16, nombreuses figures dans le texte. — Prix. . . . . 6 fr.

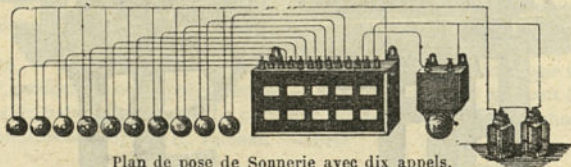
*Sondages (Voir MINES).*

**Manuel pratique de Sondages.** Études et recherches souterraines par sondages à de faibles profondeurs, par Ed. LIPPMANN, ingénieur civil. — 1 vol. in-16, avec 5 planches (1901). Prix, cartonné. . . . . 4 fr. 50

*Sonneries Electriques.*

**Les Sonneries électriques.** Installation et entretien, par Georges FOURNIER, ingénieur-électricien, d'après O. CANTOR. — Quatrième édition. — 1 volume in-16, avec 59 figures dans le texte. — Prix. . . . . 2 fr. 50

EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES. — Préface. — Unités électriques. — Introduction. — Les sonneries électriques employées aux usages domestiques. — Les appareils avertisseurs automatiques. — Installation et pose des circuits et appareils. Règles à observer. — Exemple de pose et d'installation. — Calcul des intensités de courant nécessité dans la pratique. Exemples. — Les sonneries électromagnétiques.



Plan de pose de Sonnerie avec dix appels.

**Album de 32 plans de pose de sonneries électriques,** par S. DENIS, fils aîné, constructeur-mécanicien. — Troisième tirage, in-12 oblong. — Prix. . . . . 1 fr.

*Sucre.*

**Manuel du Fabricant de Sucre.** Sucre de betteraves, de cannes; par P. BOULIN, chimiste-industriel; 1 beau volume in-16, 30 figures dans le texte (1889). — Prix. . . . . 6 fr.

**Fabrication du Sucre** (Traité complet théorique et pratique de la). — Guide du fabricant, par le D<sup>r</sup> Charles STAMMER; 1 volume gr. in-8°, 718 pages avec 165 figures, nombreux tableaux dans le texte et 3 planches. Cartonné. (1875). — Prix. . . . . 20 fr.

**Manuel pratique de Diffusion.** Historique. — Théorie. — Diffusion. — Contrôle. — Rendements. — Devis. — Installation, par ÉLIE FLEURY et ERNEST LEMAIRE, in-8° (1880). — Prix réduit. . . . . 3 fr.

*Tabac.*

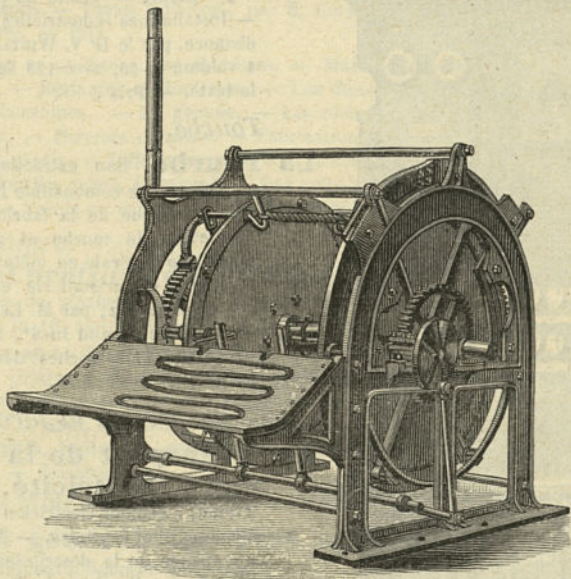
**Tabac.** Description historique, botanique et chimique. — Climat. — Culture. — Frais. — Produits. — Mode de dessiccation. — Séchoirs. — Conservation. — Commerce, par V. P.-G. DEMOOR. — In-18, 130 pag., 20 fig. — Prix. 2 fr.



*Teinture* (Voir COULEURS).

**Manuel pratique du Teinturier.** Matières colorantes, par J. HUMMEL, directeur du Collège de Teinture de Leeds. Edition française, par M. F. DOMMER, professeur à l'École de physique et de chimie industrielles. — 1 fort volume in-16, 80 figures dans le texte.

Le *Traité de la Teinture des Tissus*, du professeur Hummel, est le livre classique des teinturiers anglais.



Machine pour exprimer le fil à teindre en rouge turc.

Nous avons pensé qu'il ne serait pas sans intérêt, pour les teinturiers français, de connaître cet ouvrage, où le praticien trouvera, à côté de la théorie, la pratique raisonnée des opérations de teinture, en même temps qu'une étude complète des matières colorantes, considérées au point de vue de leurs applications. — Prix. . 7 fr. 50

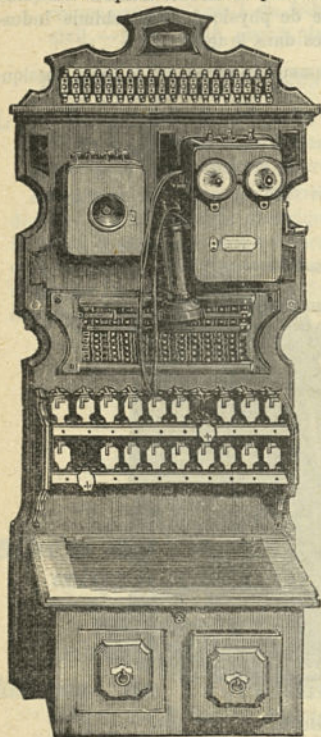
*Télégraphie.*

**Traité de Télégraphie électrique.** Cours théorique et pratique à l'usage des fonctionnaires de l'Administration des Lignes télégraphiques, des ingénieurs, constructeurs, inventeurs, employés des Chemins de fer, etc., etc, par E.-E. BLAVIER, inspecteur des Lignes télégraphiques. — 2 beaux volumes in-8° de 952 pages, avec 413 figures dans le texte (1867) (Publié à 20 fr.) Prix 10 fr.

*Téléphonie.***Manuel pratique du Téléphone.** 1<sup>re</sup> partie. — Installations privées. — Téléphone. — Microphone et Radiophone, par Théodore

SCHWARTZ. — Troisième édition française, par S. FOURNIER et D. TOMMASI. — 1 volume in-16, avec 153 figures dans le texte. — Prix. . . . . 4 fr.

2<sup>me</sup> partie. — Traité de téléphonie. — Installations industrielles à grande distance, par le D<sup>r</sup> V. WIETLISBACH. — 1 volume in-16, avec 123 figures dans le texte. — Prix. . . . . 4 fr.



Spécimen des figures  
de la *Téléphonie Industrielle*.

*Tourbe.*

**La Tourbe.** Son extraction et son emploi comme combustible industriel, guide pratique de la fabrication des briquettes de tourbe et pour leur utilisation générale en métallurgie, en verrerie, en cristallerie et pour le chauffage au gaz, par M. LENGACHEZ. — 1 volume grand in-8°, avec atlas in-4° de 17 planches doubles. — Prix. . . . . 7 fr. 50

*Transport de la force.*

**Le Transport de la force par l'Electricité,** par Ed. JAPING, ingénieur-électricien. — Troisième édition française. — Annotée et augmentée de la description des plus récentes applications du Transport de la force, par M. Marcel DEPPEZ, membre de l'Institut. — 1 volume in-16, avec 49 figures dans le texte. — Prix. . . . . 5 fr.

EXTRAIT DE LA TABLE. — Introduction du transport de la force en général et en particulier du transport de la force par l'électricité. — Forces naturelles propres à être transmises par l'électricité. — Machines électriques pour la production du courant électro-moteur. — Théorie de la transformation du courant en travail. — Considérations théoriques concernant le rapport de la force à de grandes distances. — Emploi des machines électriques. — Les conducteurs électriques. — La propagation et la distribution du courant électrique. — Distribution du courant électrique. — Transformateurs et accumulateurs. — Procédé pour diminuer les pertes d'énergie. — Applications industrielles. — Rendement économique du Transport de la force par l'électricité. — Expériences du transport de la force.

*Turbines.*

**Construction des Turbines et des Pompes centrifuges**, par Lucien VALLET, ingénieur-constructeur. — 1 volume in-8° et atlas de 15 planches (1875). — Prix. . . . . 15 fr.

*Vernis.*

**Manuel pratique du Fabricant de Vernis.** Gommés. — Huiles. — Térébenthines. — Huiles siccatives. — Vernis gras. — Vernis à l'essence. — Vernis à l'alcool, par E. COFFIGNIER, 1 fort volume in-16, avec figures. — Prix . . . . . 5 fr.

EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES. — Matières premières. — Analyses des gommés. — Résinates et linoléates. — Les dissolvants. — Huiles végétales. — Les Térébenthines. — La gomme. — Les résineux. — Fabrication des huiles siccatives. — Diverses cuissons. — Fabrication des vernis gras. — Analyse et essai des vernis. — Différents vernis à l'essence. Leur mode de fabrication. — Fabrication des vernis à l'alcool. — Les principaux vernis à l'alcool. — Vernis mixtes. — Vernis au caoutchouc. — Vernis à l'eau.

*Vinaigre.*

**Manuel pratique du Vinaigrier.** Méthodes nouvelles de fabrication du vinaigre, par Ch. FRANCHE, ingénieur-chimiste. — Un beau volume in-16, nombreuses figures dans le texte (1901). — Prix . . . 4 fr. 50

EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES. — Acide acétique. — Propriétés générales. — Origine chimique de l'acide acétique. — Fermentation acétique. — Choix des liquides pour la fabrication du vinaigre. — Différentes méthodes : Méthode d'Orléans, Méthode Pasteur, Méthode anglaise, Nouvelles Méthodes, etc. — Propriétés, traitement, conservation, emmagasinage. — Essai et analyse du vinaigre. — Falsifications.

*Vins (VOIR ARBRES FRUITIERS. VIGNE).*

**Manuel général des Vins** (Nouvelle édition revue et corrigée), par Édouard ROBINET (d'Épernay).

Le manuel général des vins dont nous offrons une nouvelle édition au public est naturellement un livre indispensable, non seulement au public spécial, négociants en vins, viticulteurs, etc., mais encore à tous ceux qui possèdent une cave. Les connaissances spéciales, la longue expérience de l'auteur donnent au second volume une importance considérable, et nous ne craignons pas de dire qu'il n'est pas un seul fabricant de vins mousseux qui ne l'ait consulté avec fruit.

Le troisième volume forme un guide d'analyse des vins, mettant cette science si délicate à la portée de tous; il complète la bibliothèque du négociant, du viticulteur et du simple particulier.

Trois beaux volumes in-16, de 1,366 pages et 136 figures. — Prix. . . 15 fr.

*On vend séparément :*

Tome I<sup>er</sup>. — Vins rouges. — Vins blancs. — Vins artificiels. . . . . 5 fr.  
Tome II. — Vins mousseux. — Champagnes. . . . . 5 fr.  
Tome III. — Vins blancs. — Fermentation. — Falsifications. . . . . 5 fr.

DICTIONNAIRE  
DE  
**CHIMIE INDUSTRIELLE**

**COMPRENANT TOUTES LES APPLICATIONS DE LA CHIMIE**  
à l'Industrie, à la Métallurgie, à l'Agriculture, à la Pharmacie  
et aux Arts et Métiers

*avec la traduction russe, anglaise, allemande, espagnole et italienne  
de la plupart des termes techniques*

PAR MM.

**A.-M. VILLON**

INGÉNIEUR-CHIMISTE  
PROFESSEUR DE TECHNOLOGIE CHIMIQUE

**P. GUICHARD**

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS  
ANCIEN PROFESSEUR DE CHIMIE  
A LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'AMIENS

**AVEC LA COLLABORATION D'UN GROUPE DE CHIMISTES ET D'INGÉNIEURS**

Le but de cette nouvelle Encyclopédie est de réunir, sous une forme facile à consulter, débarrassée de tous les détails théoriques, l'ensemble de nos connaissances actuelles sur la Chimie industrielle. — Elle s'adresse à toute personne appelée à s'occuper, de près ou de loin, des questions si importantes, mais souvent fort embarrassantes, de la chimie appliquée. L'industriel est souvent gêné, lorsqu'il veut se procurer les renseignements dont il a besoin. Les traités spéciaux ne donnent pas entière satisfaction aux nécessités si diverses des exploitations industrielles. Tantôt le document pratique cherché est noyé dans des détails trop théoriques, tantôt il est entouré d'explications plus ou moins claires, qui en rendent la lecture obscure et trop abstraite. — Le chimiste industriel est un expérimentateur. Il faut qu'il soit en état d'user à temps de tous les procédés connus, de toutes les méthodes de contrôle reconnues exactes, sauf à inventer lui-même de nouveaux moyens appropriés aux circonstances au milieu desquelles il se trouve placé.

**Mode de publication :**

L'ouvrage complet en 36 livraisons, forme 3 vol., petit in-4°.

L'ouvrage complet, au prix de 75 francs, est payable 37 fr. 50 comptant et 37 fr. 50 à trois mois.

Le Tome I<sup>er</sup> (fascicules 1 à 12) se vend séparément 30 francs.

Le Tome II (fascicules 13 à 22) se vend séparément 25 francs.

Le tome III (fascicules 23 à 36) se vend séparément 25 francs.

~~~~~

Voir pages 29 et 30 un spécimen réduit d'une page de texte et la nomenclature des fascicules.

Les fascicules sont vendus séparément :

Fascicules 1 à 19, chaque fascicule, 3 francs.

Fascicules 20 à 36

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

## Dictionnaire de Chimie Industrielle (Suite)

Chaque Fascicule se vend séparément

1 : Abaca à Acide azotique ; 46 figures . . . . .	3 fr.
2 : Acide azotique — Acide phénique ; 62 figures . . . . .	3 —
3 : Acide phosphoreux — Acide sulfurique ; 75 figures . . . . .	3 —
4 : Acide sulfurique — Air ; 44 figures . . . . .	3 —
5 : Air — Alliages ; 42 figures . . . . .	3 —
6 : Alliages — Amphibole ; 54 figures . . . . .	3 —
7 : Amphigène — Auramine ; 17 figures . . . . .	3 —
8 : Auramine — Bismuth ; 37 figures . . . . .	3 —
9 : Bismuth — Broggérite ; 27 figures . . . . .	3 —
10 : Brome — Caoutchouc ; 48 figures . . . . .	3 —
11 : Caoutchouc — Chlore ; 55 figures . . . . .	3 —
12 : Chlore — Chromates ; 50 figures . . . . .	3 —
13 : Chromates — Corps composés ; 26 figures . . . . .	3 —
14 : Corps composés — Dialyseurs ; 50 figures . . . . .	3 —
15 : Digestion — Eau ; 66 figures . . . . .	3 —
16 : Eau — Engrais ; 23 figures . . . . .	3 —
17 : Eponges — Explosifs ; 36 figures . . . . .	3 —
18 : Farines — Fer, etc. ; 29 figures . . . . .	3 —
19 : Fermentation — Fromages, etc. ; 54 figures . . . . .	3 —
20 : Gaïac — Gaz d'éclairage ; 28 figures . . . . .	2 —
21 : Gaz — Glucose ; 12 figures . . . . .	2 —
22 : Glucose — Gypse ; 13 figures . . . . .	2 —
23 : Hallosyte — Hydrotimétrie ; 14 figures . . . . .	2 —
24 : Hydrotimétrie — Jaune ; 7 figures . . . . .	2 —
25 : Jaune — Lin ; 15 figures . . . . .	2 —
26 : Linoléum — Monazite ; 15 figures . . . . .	2 —
27 : Mordants — Or ; 25 figures . . . . .	2 —
28 : Or — Pain ; 27 figures . . . . .	2 —
29 : Pain — Pétrole ; 21 figures . . . . .	2 —
30 : Pétrole — Pommades ; 5 figures . . . . .	2 —
31 : Poteries — Sang . . . . .	2 —
32 : Santal — Soufre ; 17 figures . . . . .	2 —
33 : Soufre — Teinture ; 39 figures . . . . .	2 —
34 : Teinture — Verrerie ; 37 figures . . . . .	2 —
35 : Verrerie — Zircon ; 20 figures . . . . .	2 —
36 : Complément : Introduction et Frontispice . . . . .	2 —

## Spécimen réduit d'une page du DICTIONNAIRE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

## ALDÉHYDE FORMIQUE

voie la masse dans un appareil à distiller et on chasse l'aldéhyde au moyen d'un courant de vapeur barbotante. Quelquefois, on rectifie encore l'aldéhyde ainsi purifiée.

L'aldéhyde benzoïque commerciale ne subit pas cette rectification, qui entraîne à des pertes sensibles.

**Propriétés.** — L'aldéhyde benzoïque est une huile incolore, très réfringente, possédant une odeur aromatique agréable, rappelant celle des amandes amères et une saveur âcre et brûlante. Elle bout à 180°; sa densité est 1,0504. Elle est soluble dans 30 parties d'eau et miscible, en toutes proportions, avec l'alcool et l'éther.

L'aldéhyde benzoïque est employée en parfumerie et pour la fabrication des couleurs artificielles, comme le vert malachite, le vert brillant, etc.

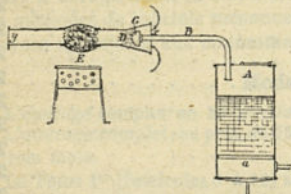
**ALDÉHYDE FORMIQUE** — [Russe : Муравьиный альдегид; Angl. : *Formaldehyd*; Allem. : *Ameisentaldehyd*, *Formaldehyd*; Ital. : *Aldeido formico*; Esp. : *Aldehido formico*]

Syn. *Formaldehyde*, *Formol*, *Méthanol*

Formule :  $\text{CH}_2\text{O}$

Ce corps, découvert par Hoffmann, a été plus spécialement étudié par M. Trillat qui a découvert ses propriétés antiseptiques énergiques.

Pour le préparer, M Trillat dirige un courant de vapeurs d'alcool méthylique, produites dans une chaudière A (fig. ci-dessous), dans un tube en cuivre B, dont l'ouverture G est conique. Ce jet de vapeur, faisant trompe, aspire l'air qui lui est nécessaire pour son oxydation. Le mélange de vapeurs alcooliques et d'air passe sur de l'amianté platinée E, chauffée au rouge. L'oxyde de cuivre, les corps poreux, tels que



Fabrication de l'aldéhyde formique

le charbon des cornues, la porcelaine, le coke, peuvent remplacer l'amianté platinée. Les vapeurs, qui se dégagent, sont composées d'un mélange d'eau, d'alcool méthylique, de formol et de traces d'acide acétique et formique. On les condense dans de l'eau. On purifie la solution aqueuse en l'évaporant pour chasser l'alcool méthylique et les acides; on peut s'aider du vide. Pour obtenir le formol tout à fait pur, il faudrait

un liquide incolore, sirupeux, d'une odeur piquante. On ne peut l'obtenir plus concentré; sans cela, il se changerait en trioxyméthylène, qui se déposerait en poudre amorphe.

Le formol n'est pas très volatil; on peut concentrer ses solutions au bain-marie. Ses vapeurs ne sont pas inflammables.

C'est un antiseptique puissant, à la dose de 1/12000; il conserve le bouillon de veau, pendant plusieurs semaines, tandis que le même bouillon, additionné de 1/6000 de bichlorure de mercure, se décompose en 5 ou 6 jours. A la dose de 1/1000, il tue les microbes salivaires en moins de 2 heures.

La viande immergée, pendant 3 minutes, dans une solution d'aldéhyde formique au 1/500, peut se conserver pendant 5 jours; avec une immersion de 60 minutes, on peut la conserver pendant 25 jours. Les vapeurs d'aldéhyde formique, dégagées d'une solution à 10 0/0, empêchent la corruption de la viande, en faisant agir ces vapeurs sous pression, la conservation est encore plus longue.

**ALÉ.** — V. *Biéaz*.

**ALEMBROTH** — [Russe : Алембродова соль; Angl. : *Alembroth*; All. : *Weisheitssalz*; Ital. : *Alembroth*; Esp. : *Alembroth*, *Sal alembrothi*].

Syn. : *Sel alembroth*, *Sel de sagesse*, *Sel de science*, *Chlorohydrargyrate ammoniacal*.

Formule :  $2\text{AzH}_4\text{Cl}_2$ ,  $\text{HgCl}_2$ ,  $\text{H}^2\text{O}$ .

Seul obtenu en mêlant deux solutions, l'une de sel ammoniac et l'autre de bichlorure de mercure, dans les proportions indiquées par la formule ci-dessus. Il est employé en médecine à la place du sublimé.

Le sel d'alembroth insoluble s'obtient en ajoutant de l'ammoniac à la solution du sel double ci-dessus. Le précipité, lavé et séché, porte les noms de *Lait mercuriel*, *Mercuré précipité blanc*, *Mercuré cosmétique*.

**ALDOL.** — [Russe : Альдолъ; Angl. : *Aldol*; Allem. : *Aldol*; Ital. : *Aldol*; Esp. : *Aldol*].

Formule :  $\text{C}^3\text{H}^5\text{O}$

Produit de condensation de l'aldéhyde. On le prépare en mêlant, peu à peu, 100 g. d'aldéhyde avec 100 g. d'eau, en maintenant la température à 0° C. Ensuite, on ajoute, peu à peu, 200 g. d'acide chlorhydrique refroidi et on abandonne le tout à la lumière diffuse, pendant 5 à 15 jours. Le produit brun est étendu d'eau et neutralisé par le carbonate de soude. On sépare une huile qui vient surnager au dessus du liquide, on filtre celui-ci et on l'agit avec 120 0/0 de son volume d'éther, à cinq reprises différentes. On chasse l'éther par distillation et on distille le résidu sec en s'aidant du vide. Entre 80 et 100°, sous pression de 2 cm. de mercure, on recueille en l'aldol environ 1/4 du poids de l'aldéhyde mise en œuvre.

# REVUE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

REVUE

DES PRODUITS CHIMIQUES, COULEURS, TEINTURE, MÉTALLURGIE, DISTILLERIE, PYROTECHNIE  
ENGRAIS, COMESTIBLES, ANALYSES INDUSTRIELLES, ÉLECTROCHIMIE

Réunie avec la

**Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles**

Fondée par **MM. SCHUTZENBERGER** et **LAUTH**

Rédacteur en chef : **M. FLEURENT**, Docteur ès-sciences  
Professeur de chimie industrielle au Conservatoire national des Arts et Métiers

Les années 1890 à 1902 forment **13** beaux vol. in-4°

Prix de chaque vol. : **15** francs

**PRIX DES ABONNEMENTS** (du 1<sup>er</sup> Janvier de chaque année)

France. . . . . **12** fr. | Etranger. . . . . **15** fr.

**Spécimen gratuit à toute personne qui en fait la demande**

La faveur toujours croissante avec laquelle le public industriel et savant a accueilli cette publication nous prouve hautement son utilité.

Nous continuerons à tenir nos lecteurs au courant des découvertes, améliorations, méthodes et appareils nouveaux qui viennent chaque jour enrichir le domaine déjà si vaste de l'industrie chimique.

Notre revue reste une tribune ouverte à toutes les observations sérieuses qui peuvent intéresser le public industriel; en faisant appel au zèle et à la sympathie des savants, des ingénieurs et des industriels, nous espérons atteindre plus complètement le but que nous nous sommes proposé et faire œuvre vraiment utile au point de vue des intérêts de l'industrie chimique.

## *Sommaires de quelques numéros de la Revue*

**Note sur l'huile d'élaeococca**, ses propriétés, ses emplois. — **Falsification des huiles comestibles**. Nouveau procédé du dosage de l'huile d'arachide dans les mélanges d'huile. — **L'essence grasse de térébenthine** au point de vue industriel. — **Les applications de la chimie industrielle à l'art militaire**. Torpilles aériennes. — **Fabrication du papier en Amérique**. Le traitement au sulfite. Procédé à la soude. Récupération de la soude. — **Teinture**. Emploi des teintés alizarines sur le cuir chromaté. — **Teinture des tissus**. — **Revue technologique française**. La liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium. Procédé nouveau pour la fabrication de la céruse. Blanchiment du coton en 4 heures. — **Revue technologique étrangère**: Action du sodium sur l'aldéhyde. Réduction du sulfate de zinc. Emploi de l'acide fluorhydrique pour le traitement des borates naturels. Le coton mercerisé comme succédané de la soie, etc. — **Brevets d'invention**.

**Purification des eaux potables**, par P. Guichard. — **Procédé de concentration de l'acide sulfurique**. — **Blanchiment par les corps peroxygénés**. II. Ozone. Fabrication de l'ozone par les procédés Berthelot et Villon, solubilité de l'ozone dans l'eau. — **Fabrication des savons de résine**. — **Les applications de la chimie industrielle à l'art militaire**. L'électricité comme force motrice des navires de guerre. La transformation du fulmicoton en poudre sans fumée. Les obus à dynamite. Les projectiles en aluminium. La toxipne. La détonation des explosifs brisants par les ondes du genre Hertz. Le lait des cartouches américaines. — **La fermentation sans levure**. — **Revue technologique étrangère**. Méthode rapide pour la détermination du sel **IRIS**. **L'LIAD** Université Lille. **Le nickel**, etc., etc. — **Brevets d'invention**.

## BULLETIN DE SOUSCRIPTION

---

*Veillez m'envoyer les ouvrages indiqués ci-dessous :*

.....

.....

.....

*Ci inclus, pour solde, un mandat postal de*

.....

Nom .....

Qualité .....

Rue .....

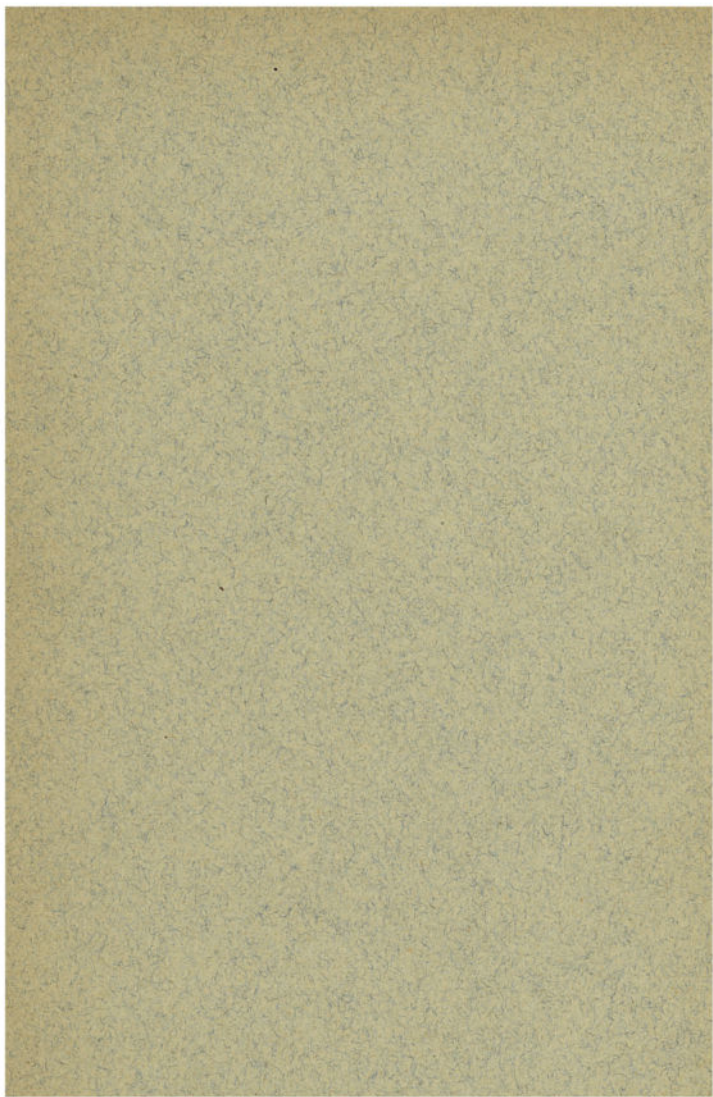
Ville .....

SIGNATURE LISIBLE :

**Avis important.** — Tous les ouvrages sont expédiés *franco* lorsque le montant est joint à la demande; dans le cas contraire, l'envoi est fait contre remboursement aux frais du destinataire.







Les  
**Voyages Pratiques**

AGENCE DE VOYAGES

Fondée en 1893 par M. JUNOT

SUCCURSALE RÉGIONALE DU NORD

LILLE, 35, Rue Faidherbe, LILLE

*Directeur : F. DELPY*

**RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX**

Tout le monde voyage, ce n'est plus seulement un luxe et une raison de santé, mais aussi l'obligation de connaître au moins son pays et ceux qui l'entourent. Aussi, aujourd'hui, passe-t-on moins longtemps en villégiature, pour consacrer une partie de ses loisirs à un voyage plus intéressant par les impressions qu'il donne et les souvenirs qu'il laisse.

Cet exode a été grandement facilité par les Bureaux de Voyages Pratiques, fondés en France comme dans le monde entier et sous l'impulsion desquels les Compagnies de Chemin de fer et de Navigation ont baissé leurs tarifs et créé des combinaisons pratiques de billets à prix réduits à l'usage des voyageurs qui, malheureusement, les ignorent, car elles ne figurent et ne peuvent figurer dans aucun indicateur et les gares elles-mêmes ne les connaissent pas toujours.

Beaucoup ignorent même où l'on peut s'adresser.

Pour éviter les dépenses inutiles et connaître tous les avantages dont on peut profiter, il faut se renseigner

auprès des «spécialistes.» Ces renseignements se donnent gratuitement auprès des **Bureaux** de Voyages créés ou soutenus par les grandes entreprises de transports dont ils sont les auxiliaires indispensables.

Il suffit de s'adresser au Bureau des Voyages Pratiques, 35, Rue Faidherbe, en indiquant : l'itinéraire que l'on désire suivre (ou le pays que l'on désire visiter qu'il s'agisse de la France ou de n'importe quel autre pays), le temps et le budget dont on dispose, la classe du voyage, le nombre présumé de voyageurs.

Et par courrier on recevra **gratuitement** le plan pratique de l'itinéraire, le devis des dépenses et les autres renseignements utiles ou demandés permettant d'entreprendre le voyage sans craindre de dépasser le budget que l'on s'était fixé et avec la certitude de le faire de la meilleure façon.

Il est, en outre, organisé des Voyages Pratiques **accompagnés** pour visiter en famille ou en groupe les différents pays et dont on peut également obtenir gratuitement les programmes en envoyant son adresse aux Voyages Pratiques.

En un mot, voulez vous aller n'importe où et savoir le prix d'un voyage quelconque sur terre ou sur mer ? Connaitre les trains les plus commodes, au besoin les hôtels sérieux, etc. ? Avez-vous besoin d'un courrier interprète ? Vous n'avez qu'à venir ou écrire au Bureau des Voyages Pratiques.

---

## Voyages Pratiques

### 1° SERVICES

**Bureau de Renseignements et d'Études pour les Voyages** mis gratuitement à la disposition du public pour lui signaler les meilleures combinaisons de billets, les itinéraires les plus pratiques, les horaires les plus commodes, etc.

**Délivrance de tous billets français et étrangers** de chemins de fer ou de bateau avec ou sans places de luxe, etc. (Aux tarifs des Compagnies de chemins de fer et combinaisons à prix réduits non délivrées dans les gares).

**Organisation de Voyages et<sup>m</sup> Excursions à prix à forfait**, toutes dépenses comprises, accompagnés ou non, pour une ou plusieurs personnes en groupes, intimes ou collectifs, pour Cereles, Clubs, Sociétés, etc.

**Consultation gratuite et Vente** de tous Guides, Horaires, Cartes et Plans concernant les voyages, avec remise de 10 à 20 p. 100 sur les prix marqués. Edition et lancement de Guides de Voyages.

**Délivrance des Coupons d'Hôtels des Voyages pratiques** mettant à l'abri des dépenses exagérées et des discussions, tout en assurant une réelle économie.

**Service d'omnibus** des gares à domicile et réciproquement.

**Enlèvement et Remise des Bagages à Domicile** dans toutes les principales villes du continent. Expéditions de colis dans toutes les parties du monde.

**Représentation de toutes Compagnies' de transports.** Syndicats d'initiative, Villes d'eaux, Plages, etc. Gérance et exploitation d'hôtels.

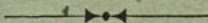
**Organisation matérielle de Voyages scientifiques** de Congressistes, d'Etudes, de Sociétés. — Formation de trains et bateaux spéciaux.

**Promenades en Breaks, Excursions en Automobiles.** Création de services réguliers pour lieux de Villégiature, Plages, Villes d'eaux, etc.

**Bureau restant de Correspondance** pour les seuls porteurs de nos carnets : à Paris, Marseille, Bordeaux, Toulouse, etc.

**Change de Monnaies étrangères** pour les porteurs de nos carnets.

*En un mot, tout ce qui peut être utile ou agréable aux Voyageurs et développer le tourisme.*



## 2° CALENDRIER DES EXCURSIONS

Nous ne donnons ci-dessous que les dates des principales excursions. — Un grand nombre d'autres voyages sont organisées. — Les personnes qui désirent recevoir rapidement les programmes n'ont qu'à se faire inscrire au Bureau des Voyages pratiques, 35, rue Faidherbe, à Lille.

### AVRIL

La Semaine Sainte à Rome.  
Les fêtes de Pâques en Italie.  
Les Lacs Italiens (vac. de Pâques)  
La Corse.

### MAI

Constantinople et la Grèce.  
La Crimée, le Caucase.  
Les fêtes de la Pentecôte en Hollande.  
Rouen, desc. de la Seine. Le Havre.  
Mont St-Michel, Jersey, Guernesey.

### JUN

Les Pyrénées.  
Londres, Ile de Wigh, Derby d'Ep-som.  
Cap Nord : Soleil de minuit.  
Suisse classique.  
Bosnie, Herzégovine, Dalmatie.

### JUILLET

Châteaux de la Loire.  
Bretagne.  
Grottes de Han et Luxembourg.  
Causses du Tarn et Ardèche.  
Châteaux des rois de Bavière et Tyrol.  
Belgique, Hollande, Bords du Rhin.  
Suisse complète.

### AOUT

Savoie et Dauphiné.  
La Russie.  
Suisse (gr. et pet. excursion).  
Londres, Ecosse pays de Galles.  
Les Fjords de la Norvège.

Causses du Tarn, Cévennes, Ardèche.  
Vienne, le Danube, Salzmergut.  
Tour du Monde et Etats-Unis.

### SEPTEMBRE

Mont St-Michel, Jersey, Guernesey.  
Tyrol, Engadine, Lacs Italiens.  
Suisse.  
La Bretagne.  
Belgique, Hollande.  
Bords du Rhin.  
La Corse, la Sardaigne et la Sicile.  
L'Italie.  
Les Pyrénées et l'Espagne.  
Croisière en Orient.

### OCTOBRE

Tunisie et Algérie, Extrême-Orient.

### NOVEMBRE

Egypte et Nil.  
Italie.  
Les Indes.

### DÉCEMBRE

Croisière en Orient.

### JANVIER

Italie, Egypte et Nil.

### FÉVRIER

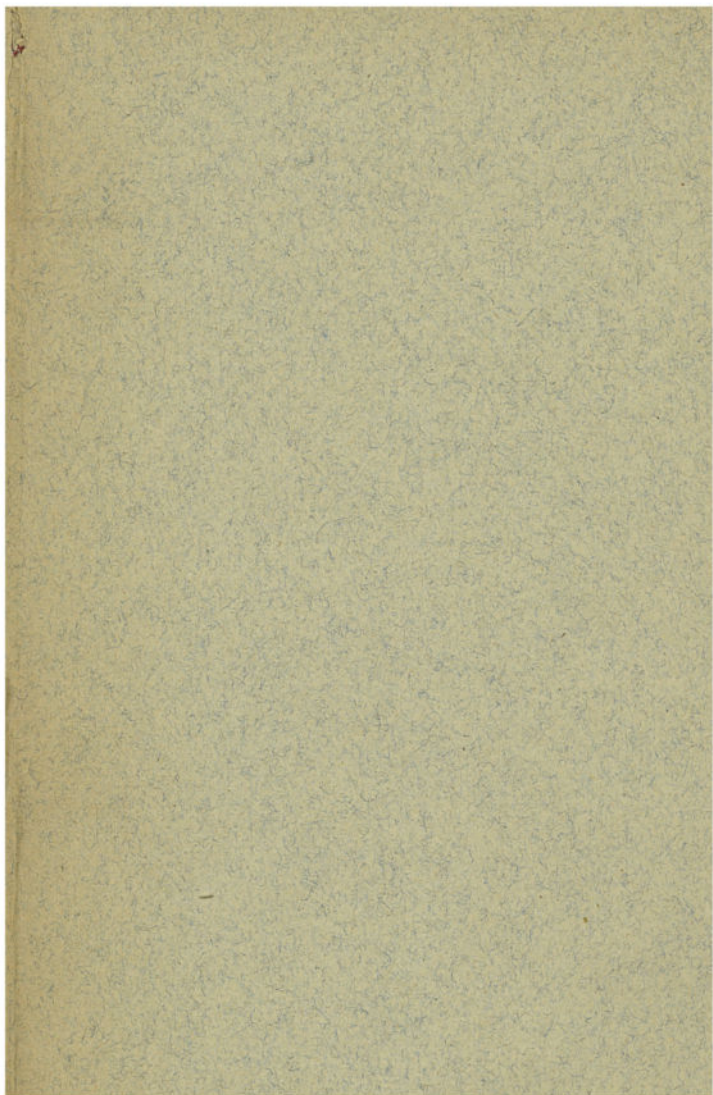
Carnaval de Nice, Italie, Corse, Palestine et Syrie.

### MARS

Espagne et Portugal, Algérie et Tunisie, Italie et Sicile.

Nos excursions sont organisées de façon à pouvoir être suivies sans fatigue, même pour les dames et personnes d'un certain âge. Elles sont toujours conduites par des Guides expérimentés ayant déjà fait souvent les mêmes itinéraires. Les adhésions sont strictement limitées à un petit nombre de personnes, et l'on ne descend que dans d'excellents hôtels. Les prix à forfait, quoique les plus réduits, grâce à l'importance de nos affaires, sont établis très libéralement, ne laissant à la charge des Voyageurs, à partir de leur départ, aucun repas ou autres petits frais. Les itinéraires sont les plus complets en raison de la durée du voyage.

Les mêmes voyages ou d'autres peuvent être organisés en particulier pour deux, quatre, six personnes, groupes d'amis, etc.



Envoi franco, joindre un mandat-poste à la demande.

## ELECTRICITÉ

- accumulateurs électriques, par F. CA-  
CHEUX (80 figures) . . . . . 4 »
- Cables d'éclairage électrique par  
ST. A. RUSSELL . . . . . 5 »
- atécisme d'Electricité pratique, par  
ST. EDM. . . . . 2 50
- Compteurs d'électricité, par E. COUSTET  
56 fig. . . . . 2 50
- Dynamo électriques (Les machines) par  
P. CLÉMENTEAU (115 figures) . . . . . 5 »
- Electrolyse et Electrometallurgie, par  
JAPINO (46 fig.) . . . . . 4 »
- Electricité (l') dans la Maison mo-  
derne, (185 fig.), par COUSTET . . . . . 4 50
- Galvanoplastie, dorure, argenture, par  
BRUNEL . . . . . 4 »
- Horlogerie électrique, par TOBLER (65 fig.) 3 »
- Ingénieur électricien (Aide Mémoire de  
l'), par JUPPONT, cart. . . . . 6 »
- Lampes électriques, par D'URBANITSKY. 4 50
- Lumière électrique (Manuel pratique de  
l'installation de la) par ANNEY, 2 vol :  
Installations privées, 135 fig. . . . . 5 »  
Stations centrales, 99 fig. et 10 pl. . . . . 7 »
- Monteur électricien (Manuel pratique) du  
par P. LAFARGUE, 500 fig. et pl. en cou-  
leurs reliure souple. . . . . 9 »
- Plies électriques, par HAUCK (80 figures). 4 50
- Sonneries électriques, par G. FOURNIER  
(59 figures) . . . . . 2 50
- Téléphone (Manuel pratique du) 2 vol :  
Installations privées par SCHWARTZ,  
133 fig. . . . . 4 »  
Téléphone industrielle à grande  
distance, par WITTLIBACH, 123 fig. . . . . 4 »
- Transport de la Force par l'électricité,  
par DEPREZ (49 figures) . . . . . 5 »
- INDUSTRIES - ARTS - ET - MÉTIERS**
- acétylène (L'), par DOMMER (49 fig.). 4 50
- Aérostation (Manuel d') par de FOVILLE 5 »
- Agriculture — Petite encyclopédie d'Agricul-  
ture, publiées sous la direction de  
M. A. LARBALÉTRIER, 10 vol . . . . . 15 »
- Les Engrais 1 50. Drainage des terres  
1 50. Elevage du bétail 1 50. Jardinage  
pratique (fleurs et légumes) 1 50 —  
Lait, beurre et fromage 3 fr. — Cé-  
réales et fourrages 1 50 — Arbres fru-  
itiers et Vigne 3 fr. — Cidre et poiré,  
1 50. — Volailles, lapins, apelles 1 50 —  
Machines agricoles, constructions ru-  
rales . . . . . 1 50
- Aluminium par AD MINET, 2 vol  
Fabrication, 38 fig. . . . . 4 50  
Alliages, emplois récents . . . . . 4 50
- Ammoniaque (Fabrication de P), par TRU-  
BOT. . . . . 6 »
- Architectes et Entrepreneurs (Carnet  
Formulaire des) par C. SIE, cart. . . . . 4 50
- Argentage et Levé de Plans, par DALLEY  
(73 figures) . . . . . 4 »
- Automobiles (Manuel du chauffeur-conduc-  
teur d') par FARMAN. . . . . 3 »
- Automobiles (IRIS LILLIAD Université Lille 1  
par M. FARMAN. in-16 et atlas in-4 . . . . . 9 »
- Bière (Fabrication de la), par BOULIN (47 fig.  
et 4 planche) . . . . . 9 »
- Bougies, Savons et Chandelles. Fabri-  
cation pratique, par DROUX et LARUE, in-8  
et atlas, cartonné toile . . . . . 20 »
- Briquetier, Tullier, par LEBRUNE (219 fig.) 8 »
- Catéchisme des Chauffeurs-Mécaniciens 1 50
- Chaux Ciments, Plâtres, par LEBRUNE  
(59 figures) . . . . . 5 »
- Chocolat (Fabrication du), par L. DE BEL-  
FORT (45 figures) . . . . . 4 50
- Cordes, Ficelles et Filins (Fabrication  
des) par ALF. RENOUDARD (44 figures) . . . . . 10 »
- Principes de Chimie, par MEMDELEEF,  
(2 vol. cart. toile) . . . . . 15 »
- Conserves (Fabrication des conserves  
alimentaires), par DE NOTTE (68 figures) 3 »
- Corps gras, par VILLON (23 figures) . . . . . 6 »
- Couleurs, Essences et Vernis, par R. LE-  
MOINE et Ch. du MANOIR in-8. . . . . 6 »
- Distillateur (Manuel du), par ROBINET 5 »
- Eaux (Analyse des), par FABRE DOMEROU  
(10 figures) . . . . . 1 50
- Encres et Cirages, (Fabrication des), par  
DESMAREST . . . . . 5 »
- La Féculé et l'Amidon, par FRITSCH. . . . . 6 »
- Fillets de pêche, (Fabrication des), par  
VANRETELLE (65 figures) . . . . . 3 »
- Géodésie, par DALLEY. . . . . 4 »
- Graissage des Machines, par THURSTON 4 »
- Ingénieur (Carnet formulaire de l'), par  
LACROIX, 52<sup>e</sup> édition, cart. . . . . 4 50
- Laminage du Fer, par NEVEU et HENAY  
(4 vol. et atlas) . . . . . 40 »
- Matières colorantes artificielles, par  
MAMY . . . . . 1 50
- Meunerie (Manuel de), par L. DE BELFORT  
(58 figures) . . . . . 6 »
- Métallurgie de l'Or, par DE LA COUX. . . . . 5 »
- Parfumeurs (Guide du), par ASKINSON (30 fig.) 6 »
- Photographie (Encyclopédie de l'amateur  
photographe), par G. Brunel, Reyner,  
Chaux et Forest . . . 10 volumes in-16. . . . . 20 »
- Choix du Matériel, Le Sujet, Temps  
de pose, Châssés négatifs, Epreuves  
positives, Insuccès et Retouche.  
Photographie en plein air, Portrait  
dans les appartements, Photographie  
en couleurs, Agrandissements et  
projections, Objectifs et stéréoscopie.  
Chaque volume se vend séparément . . . . . 2 »
- Savonnier (Manuel du) par CALMELS (26 fig.) 4 »
- Soie (Fabrication de la), par VILLON (87 fig.) 6 »
- Sondages (Petit traité de) par E. Lippmann 4 50
- Sucre (Manuel du fabricant de), par BOU-  
LIN (30 figures) . . . . . 6 »
- Teinturier (Manuel pratique du) par J.  
HUMMEL et F. DOMMER (80 figures) . . . . . 7 50
- Vernis (Manuel du fabricant de) par Ch.  
COFFIGNIER . . . . . 5 »
- Vinaigre (Manuel de la Fabrication du)  
par Ch. FRANCHE (29 fig.) . . . . . 4 50
- Vins rouges, vins blancs, etc., par ROBI-  
NET (50 figures) . . . . . 5 »
- Vins Mousseux, par ROBINET (56 figures) 5 »
- Vins, Analyse (des), par ROBINET (36 fig.) 5 »